차 례

교 과 서 안 내

참 고	학습에 도움이 될 여러가지 참고자료들과 상식들을 폭넓게 담고있다.	주의	화학실험이나 지식습득에서 반드시 주의를 돌려야 할 내용을 담고있다.
	새 지식을 이끌어내고 실험기능을 높이기 위하여 수업시간에 하는 새기기실험(또는 보이기실험)이다.	해보기	쉽게 얻을수 있는 시약이나 기구를 리용하여 자체로 해보는 과외실험이다.
발전	배운 내용에 기초하여 한계단 높은 지식을 습득하기 위한 내용을 담고있다.	탐구	지적능력을 높이기 위한 실험 및 응용문제들을 포함한다.
?	이미 배운 내용을 다지고 새로운 지식과의 련관을 맺어주기 위한 물음이다.	장종합	해당 장의 내용을 호상련관속에서 종합체계화하여 알기 쉽게 묶어준것이다.

머 리 말

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《화학은 자연을 개조하여 물질적부를 더 많이 만들어내는데서 중요한 작용을 합니다. 화학을 발전시켜야 우리 나라에 없는것은 있게 하고 모자라는것은 넉넉하게 할수 있습니다.》

화학은 자연계에 없는 물질은 새로 만들어내기도 하고 우리에게 모자라는 물질은 넉넉하게 하여준다.

오늘 자연계에서 직접 얻어낼수 있는것들만 가지고서는 사람들이 먹고 입고 쓰고 사는데 필요한 물건들을 다 보장할수 없다. 그러므로 사람들은 화학의 힘을 리용한다.

화학의 힘을 리용하면 자연계에서는 얻을수 없는 세멘트, 유리, 철, 비날론, 염화비닐, 합성고무와 같은 여러가지 물질을 만들어낼수 있고 우리의 생활을 더욱 풍족하게 할수 있다.

화학의 힘을 더 잘 리용하자면 화학에 대한 깊은 지식을 가지고 그것을 써먹을수 있는 능력을 키워야 한다.

우리는 화학학습을 잘하여 아름다운 이 땅우에 사회주의강성대국을 일떠세울 커다란 포부를 가지고 위대한 장군님께서 바라시는 나라의 역군으로 준비하여야 한다.

제1장. 물질과 원소

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《화학은 물질을 이루고있는 원소와 그의 화합물을 연구하는 과학입니다.》

화학은 물질을 이루고있는 원소와 그의 화합물을 연구하는 과학이다.

우리 주위에는 수없이 많은 물질들이 있다. 그것들은 원소들로 이루어져있다.

이 장에서는 물질에는 어떤것들이 있으며 이 물질을 이루는 기본재료인 원소에 대하여 배우게 된다. 이 장을 배우면 화학이 무엇을 연구하며 우리에게 무엇을 주는가, 물질은 어떤 성질을 가지며 어떻게 변화되는가, 물질을 이루는 재료(원소)들은 몇가지나 되며 어떻게 분포되여있는가 하는것들을 알게 된다. 이것은 화학이라는 과학의 첫 대문을 여는것으로 된다.

제1절. 화학에서는 무엇을 배우는가

물 질

우리 주위에는 헤아릴수 없이 많은 물체들이 있다.



그림 1-1. 우리 주위의 물체들

하나하나의 물체는 크기와 모양이 각이하며 쓸모도 다르다.

물체들은 하나 또는 몇가지 재료(성분)들로 이루어져있다.

(?) 그림 1-1에 있는 물체들은 어떤 재료로 되여있는가? 알루미니움, 철, 유리, 합성수지로 되여있는 물체들은 각각 어떤것들인가?



그림 1-2. 서로 다른 재료로 만든 같은 종류의 물체

한가지 재료로 되여있는 여러가지 물체가 있는가 하면 서로 다른 재료로 되여있는 같은 종류의 물체들도 있다.(그림 1-2)

물체를 만드는 재료가 달라지면 물체의 성질과 쓸모가 달라진다.

물체를 이루고있는 하나하나의 재료를 **화학물질**(간단히 **물질**)이라고 부른다.

알루미니움, 유리, 수지, 철 등은 물질이다. 물질들의 가지수는 대단히 많다.

(?) 우리 주위에 있는 물질들의 실례를 열가지 들어보아라.

물질들은 자기의 고유한 성질을 가진다.

례를 들어 유리는 깨여지고 합성수지는 불타며 알루미니움이나 동, 철은 판으로 펴거나 선으로 뽑을수 있는 성질을 가진다.(그림 1-3)



그림 1-3. 물질은 자기의 고유한 성질을 가진다

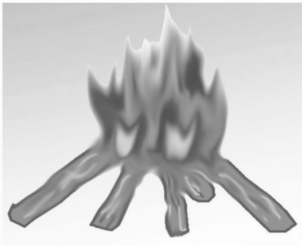
우리 주위에 있는 물질들은 변화된다.(그림 1-4)

자연계에서 물(액체)은 수증기(기체)로 변화되며 눈송이(고체)로도 된다. 즉 물은 액체, 기체, 고체상태로 있을수 있으며 한 상태로부터 다른 상태로 넘어갈수 있다.

나무가 불타면 이산화탄소(탄산가스)와 물이 생기며 식물체속에서는 이산화탄소와 물로부터 농마와 섬유소가 만들어진다.



눈은 고체상태의
물이다





식물체에서는 이산화탄소와
물로부터 농마가 생긴다

그림 1-4. 물질은 어떻게 변화되는가

사람들은 땅속에서 쇠돌을 캐내여 철을 뽑아내며 자동차와 뜨락또르도 만들고 푸른 하늘에 인공지구위성도 쏘아올린다.

이렇게 물질은 모임상태(기체, 액체, 고체상태)만 변하기도 하고 한 물질이 다른 물질을 만들면서 변화되기도 한다.

화학에서는 무엇을 연구하는가

① 물질의 변화와 성질을 연구한다.



그림 1-5. 나무에 무슨 물질로 글을 썼으며 세월이 흐르면 어떻게 변하는가



그림 1-6. 쇠돌이 어떤 변화를 거쳐 철로 되는가



그림 1-7. 아름다운 축포는 무슨 물질의 어떤 성질을 리용한것인가

② 물질의 조성과 구조를 연구한다.

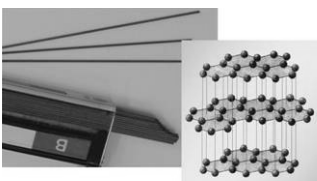


그림 1-8. 흑연은 무엇으로 이루어졌고 구조는 어떠한가



그림 1-9. 석영은 무엇으로 이루어졌고 구조는 어떠한가

③ 물질의 쓰임과 만들기를 연구한다.



그림 1-10. 합성수지는 어떻게 만들며 어디에 쓰이는가



그림 1-11. 합성섬유는 어떻게 만들며 어디에 쓰이는가



그림 1-12. 화학비료는 어떻게 만드는가

? 그림 1-5 — 1-12를 보면서 화학에서는 무엇을 연구하는가를 말하여라.

화학을 배우고나면 《화학에서는 무엇을 연구하는가?》에 대한 그림내용을 충분히 알고 자신만만하게 설명할수 있을것이다.

화학은 우리에게 무엇을 주는가

화학은 사람들의 생활에 필요한 좋은 물질적조건을 마련해준다.

화학을 학습하면 물질을 만드는 방법, 그 성질과 쓸모에 대한 지식을 가지게 된다.

이것은 자연부원을 더 잘 리용하여 사람들에게 필요한 여러가지 물질들을 만들수 있게 한다. 현재 물질생산에서 중요한것은 필요한 물질을 만들면서도 페설물, 오염물질이 생기지 않게 하는것이다.(그림 1-13, 1-14)

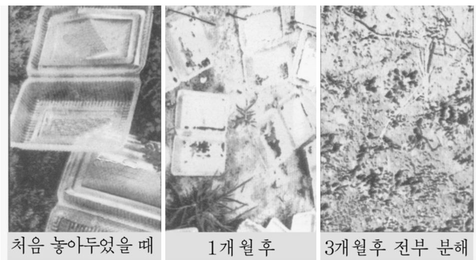


그림 1-13. 스스로 분해되여 페기물을 남기지 않는 일용수지제품을 생산하여 환경오염을 방지한다



그림 1-14. 태양에네르기를 리용하게 한다

화학을 배우면 물질변화에 대한 정확한 인식을 가지게 된다.

우리는 화학을 잘 배워 물질을 잘 알고 화학변화를 다스릴수 있는 능력을 키워야 한다.(그림 1-15 —1-17)


그림 1-15. 남새속에 비타민이 들어있다



그림 1-16. 담배는 건강에 해롭다


그림 1-17. 농약을 칠 때에는 안전대책이 필요하다

또한 화학은 과학기술을 급속히 발전시킬수 있는 길을 열어준다.

화학의 발전은 사람들에게 생명활동의 본질에 대한 정확한 인식을 주며 사회발전과 문명한 생활을 담보하는 새로운 재료들을 보장하게 한다.(그림 1-18 —1-20)

화학은 사람들에게 깨끗한 공기와 물을 보장해주며 좋은 생활환경을 마련해준다.

사람들은 자신들이 살아가는 환경을 보호하여야 한다.(그림 1-21 —1-23)

환경보호에서 화학의 발전이 매우 중요하다. 대기오염과 물오염, 지구온난화, 남극대륙우에 나타난 오존층구멍문제 등 인류공동의 노력으로 풀어나가야 할 심각한 문제들이 화학의 도움을 바라고있다.

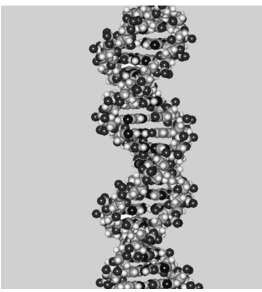

그림 1-18. 생명현상의 본질을 인식하게 한다


그림 1-19. 우주를 정복한다



그림 1-20. 새로운 에네르기 원천을 개발한다

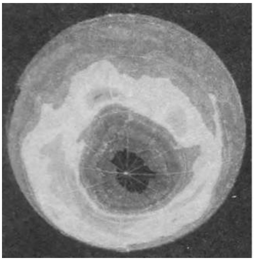


그림 1-21. 남극대륙의 오존층에 구멍이 생겼다



그림 1-22. 생활오수를 깨끗한 물로 만든다



그림 1-23. 대기오염의 요소를 없애야 한다

ⓘ 그림 1-13 － 1-23을 보면서 주어진 그림이 《화학은 우리에게 무엇을 주는가?》의 어떤 내용을 보여주는가를 설명하고 서로 토론하여라.

문 제

1. 다음의것들가운데서 물체와 물질을 갈라서 써놓아라.
   고무공, 물고뿌, 알루미니움, 유리, 주전자, 고무, 연필
2. 다음의 물질들로 만들어진 물체의 실례를 세가지이상씩 들어라.
   유리, 알루미니움, 철, 합성수지, 고무
3. 절구에서 보드랍게 붷은 사탕가루와 정제소금을 어떤 성질을 리용하여 가려볼수 있겠는가를 말하여라.
4. 정제소금가루, 중조가루, 회가루, 밀가루 등의 성질에서 같은 점과 다른 점을 말하여라.
5. 그림 1-4 －1-7을 보면서 어느것이 새로운 물질을 만들면서 일어나는 변화인가를 말하여라.
6. 모임상태만 변한다는것은 무엇을 의미하는가를 실례를 들어서 설명하여라.
7. 담배가 사람에게 해롭다는것을 화학을 배우면 어떻게 알수 있겠는가를 생각하여보아라.
8. 생활오수를 깨끗한 물로 만들자면 무엇을 알고있어야 하겠는가를 곰곰히 생각하고 이야기해보아라.

제2절. 혼합물과 순수한 물질

우리 둘레에 있는 물질들가운데는 한가지 물질로 되여있는것이 있는가 하면 여러가지 물질이 섞여있는것도 있다.

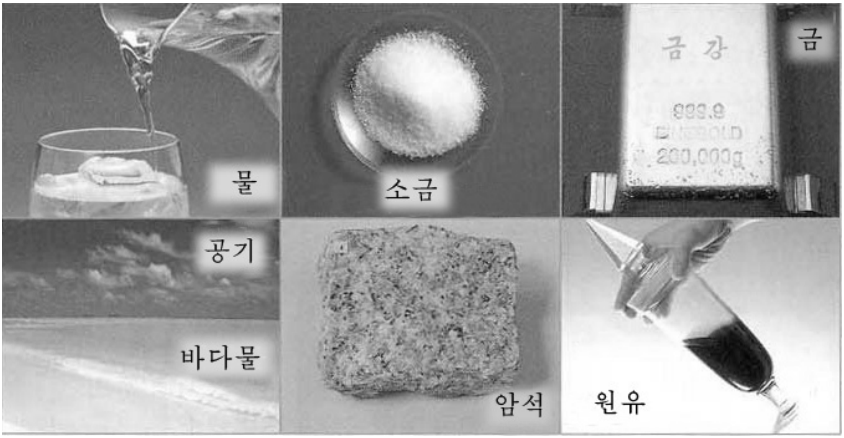


그림 1-24. 한가지 물질로 되여있는것과 여러가지 물질이 섞여있는것

(?) 그림에서 한가지 물질로 되여있는것과 여러가지 물질이 섞여있는것을 갈라보아라.

혼합물

더운 여름날에 사이다를 마셔보았을것이다. 사이다병마개를 열자마자 기체방울들이 튀여나오고 마시면 달고 상쾌한 맛이 난다.

물과 함께 어떤 물질들이 있어서 이런 독특한 느낌을 주는가.

사이다는 물, 사탕, 이산화탄소가 섞여있는 물질이다.

마찬가지로 사탕물에는 사탕과 물이, 바다물에는 물과 함께 소금을 비롯한 여러가지 물질들이 골고루 섞여있다.

이처럼 두가지이상의 물질들이 섞여있는것을 **혼합물**이라고 부른다.

우리 주위의 많은 물질들은 혼합물이다.

례: 공기, 약수, 에스키모, 강물, 세멘트몰탈 등

(?) 에스키모속에 어떤 물질이 들어있는가를 말하여라.

혼합물은 두가지이상의 물질을 섞는 방법으로 만들수 있다.

? 우유에는 어떤 물질들이 들어있는가?

혼합물은 어떤 성질을 가지는가.

실험을 통하여 모래와 철가루가 섞여있는 혼합물의 성질을 알아보자.

철은 자석에 붙는데 모래는 자석에 붙지 않는다. 이와 같이 성질에서 뚜렷한 차이가 있으면 혼합물에서 개별물질들을 쉽게 갈라낼수 있다.

? 바다물이 짠맛을 가지는것은 어느 물질때문인가를 말하여라.

? 간장이 짠것은 무엇때문인가? 간장에는 어떤 물질이 들어있겠는가를 부모들에게 물어보고 말하여라.

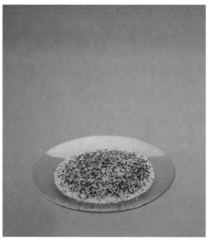


류황, 철가루 및 그 혼합물의 성질

① 서로 다른 그릇에 각각 들어있는 류황과 철가루의 생김새와 색갈을 확대경을 리용하여 알아본다. 류황과 철가루를 골고루 섞어 혼합물을 만든 다음 가루의 모양과 색갈을 살펴본다.

② 자석을 류황과 철가루에 각각 대여본다. 자석에 붙는 물질은 어느 물질인가?

③ 류황과 철가루의 혼합물에 자석을 대여본다. 자석에 붙는 물질은 어느것인가?





순수한 물질

모래와 철의 혼합물에서 개별물질들을 갈라내면 순수한 철과 모래를 얻을수 있다.

자연계의 물(강물, 샘물, 바다물)에는 소금, 서슬(염화마그네시움)을 비롯한 여러가지 물질들이 들어있다.

자연계의 물을 끓여 생기는 수증기(물김)를 식히면 깨끗한 물을 얻을수 있다.

물에 섞여있는 물질을 없애버린 물을 **증류수**라고 부른다. 증류수는 순수한 물질이다.

※ 한 물질에 적은 량 섞여있는 다른 물질을 **혼입물**이라고 부른다.

한가지 물질로만 되여있는것을 **순수한 물질**이라고 부른다.

철, 알루미니움, 물, 사탕, 탄산칼시움 등은 순수한 물질이다.

ⓘ 이밖의 순수한 물질의 실례를 5가지 들어보아라.

화학에서는 순수한 물질을 주로 연구한다. 그러므로 보통 화학에서 물질이라고 할 때에는 순수한 물질을 의미한다.

순수한 물질은 그것에 고유한 성질(맛, 색, 녹음점, 끓음점, 밀도 등)을 가지고있다.

실례로 보통상태에서 물의 끓음점은 100℃이며 얼점은 0℃이다. 그리고 4℃에서의 밀도는 1.00g/cm^{3}이다. 여러가지 물질들가운데서 이러한 성질들을 가지고있는것은 오직 물뿐이다.

끓음점, 녹음점, 밀도 등과 같은 성질만 알면 임의의 물질이 무슨 물질인가를 알수 있다.

모임상태(기체, 액체, 고체), 색, 냄새, 맛, 끓음점, 녹음점, 밀도, 굳기, 용해성과 같은 성질을 **물리성질**이라고 부른다.

혼합물인 소금물과 순수한 물의 성질이 차이나는것은 무엇때문인가?

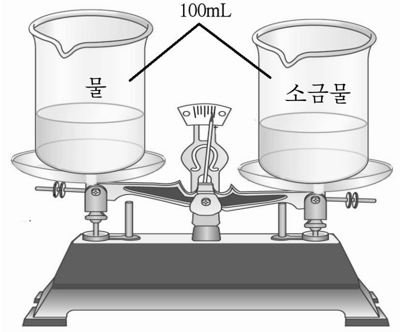


그림 1-25. 소금물은 물보다 무겁다

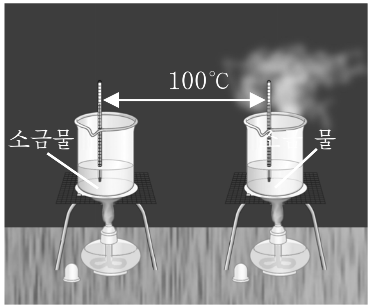


그림 1-26. 소금물은 물보다 더 높은 온도에서 끓는다



비커다루기

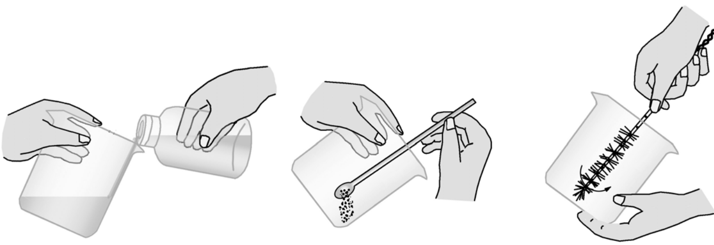
① 비커는 액체를 담아두거나 실험할 때 쓰는 원통형고뿌 모양의 유리기구이다.

② 비커의 크기는 여러가지인데 보통 100mL, 250mL, 500mL들이비커를 많이 쓴다.

③ 액체를 담을 때에는 비커를 약간 기울여잡고 액체가 비커의 벽을 따라 흘러내리게 한다.(ㄱ)

④ 고체를 담을 때에는 비커를 약간 기울여잡고 물질이 담겨진 약숟가락을 깊숙이 넣은 다음 쏟아넣는다.(ㄴ)

⑤ 비커를 씻을 때에는 겉면부터 깨끗이 씻은 다음 안쪽면을 돌려가면서 씻는다.(ㄷ)



ㄱ) ㄴ) ㄷ)

순수한 물의 끓음점은 100℃이고 4℃에서의 밀도가 1.00g/cm^{3}라는 것은 잘 알고있다. 그러나 혼합물인 소금물의 끓음점이나 밀도는 일정하지 않다. 소금물은 그속에 풀려있는 소금의 량에 따라 성질이 달라진다. 이것은 물을 끓일 때에는 그것이 다 없어질 때까지 온도(끓음점)가 변하지 않지만 소금물은 끓기 시작해서부터 농도가 높아지면서 온도도 그에 맞게 높아지는 현상을 통하여 알수 있다.

이와 같이 순수한 물질은 자기의 고유한 성질을 가지지만 혼합물의 성질은 일정하지 않다.

문 제

1. 다음 물질들에서 혼합물을 찾아내고 그속에 들어있는 개별물질들을 말하여라.

   ㄱ) 소금 ㄴ) 소금물 ㄷ) 강물 ㄹ) 식초 ㅁ) 페니실린주사약

2. 소금물이나 사탕물을 겉으로 보아서는 순수한 물과 구별할수 없다. 그런데 왜 그것들을 혼합물이라고 하는가?

3. 다음의 물질들이 혼합물인가 순수한 물질인가를 말하고 그 리유를 설명하여라.

   사탕, 증류수, 바다물, 간장

4. 다음의 문장들에서 정확한것은 (   )이다.

   ㄱ) 혼합물을 이루고있는 개별물질들은 자기의 성질을 그대로 가진다.

   ㄴ) 순수한 물질의 성질은 일정하지 않고 계속 달라진다.

   ㄷ) 자연계에 있는 물질들가운데는 순수한 물질이 더 많다.

5. 아래의 물질들가운데서 순수한 물질에는 ○표시를 하여라.

   ㄱ) 류황 ㄴ) 식초 ㄷ) 사탕가루 ㄹ) 강물

   ㅁ) 공기 ㅂ) 이산화탄소(탄산가스)

제3절. 혼합물에서 개별물질들의 갈라내기

물질을 확인하고 성질을 알아내려면 먼저 혼합물에서 순수한 물질들을 갈라내야 한다.

어떤 방법으로 혼합물에서 개별물질(순수한 물질)들을 갈라내겠는가.

밀도차를 리용하여 가르기

Ⓟ 쌀을 일 때 돌알갱이가 가라앉는것은 무엇때문인가?

고체혼합물에 들어있는 개별물질들의 밀도가 서로 다른 경우에는 밀도차를 리용하여 서로 갈라낼수 있다.

모래속에 섞여있는 금알갱이를 갈라내려면 물을 넣고 가볍게 흔들어준다. 그러면 밀도가 큰 금알갱이는 밑에 가라앉고 밀도가 작은 모래는 우에 모인다. 조심스럽게 물과 모래를 흘려보내면 금알갱이를 모래와 갈라낼수 있다.

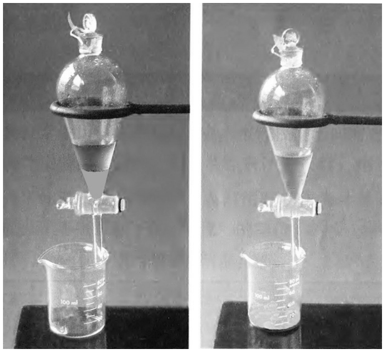


그림 1-27. 물과 기름의 가르기

물과 기름처럼 서로 풀리지 않으면서 밀도가 다른 액체혼합물을 가르기 위하여 분액깔때기를 리용한다.

분액깔때기는 물에 풀려있는 어떤 물질을 기름층에 우려내거나 서로 풀리지 않는 액체혼합물을 가르는데 쓴다.

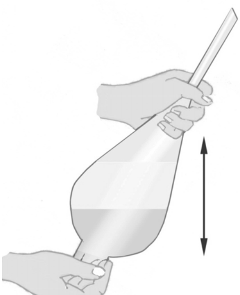


분액깔때기사용법

① 물과 기름과 같이 서로 섞이지 않는 액체혼합물을 분액깔때기에 넣고 그림과 같이 마개와 코크를 감싸쥐고 우아래로 세차게 흔들어준다.

② 분액깔때기를 고정대에 가만히 놓아둔다.

③ 물층과 기름층이 갈라지면 분액깔때기의 코크를 열어 아래에 놓여있는 물층을 비커에 갈라낸다.(그림 1-27)



주의

분액깔때기를 뒤흔드는것은 물에 풀려있는 물질을 더 잘 우려내기 위한것이다. 이때 코크와 마개를 든든히 감싸쥐고 액체가 새지 않도록 하여야 한다. 또한 비커에 용액을 받을 때 비커벽을 따라 액체가 흘러내리게 하여야 한다.

려과에 의한 가르기

혼합물에 들어있는 물질들가운데는 물에 용해되는것도 있고 용해되지 않는것도 있다. 이 경우에는 려과하는 방법으로 물질들을 갈라낸다. 례를 들어 흙알갱이나 모래가 들어가 어지러워진 물을 려과하면 깨끗한 물만 려지를 통과하고 나머지는 남아있게 된다.

려과하는데 쓰는 종이를 **려지**라고 부른다.

려지는 특별한 방법을 써서 종이원료를 깨끗하게 얻은 다음 구멍의 크기가 균일해지도록 만든 특수한 종이이다.



그림 1-28. 려과

액체속에 들어있는 용해되지 않는 고체물질을 갈라낼 때 려과방법을 리용한다.



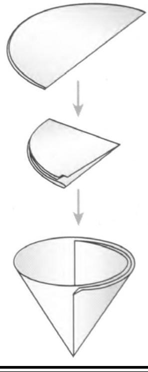
려지접기와 려과방법

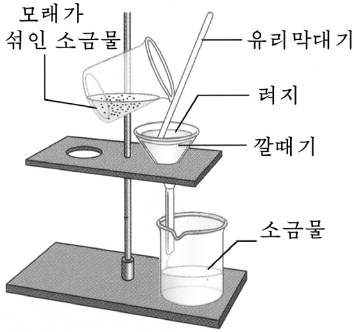
① 려지를 그림과 같이 접는다.

② 려지를 깔때기에 끼우고 물로 적시여 깔때기안벽에 붙게 한다.

③ 려과하려는 액체혼합물이 유리막대기를 따라 흐르도록 하면서 조심히 깔때기에 부어넣는다. 액체웃면은 려지가장자리보다 5～10mm 정도 낮아야 한다.

④ 깔때기다리는 려과용액을 받는 비커의 벽에 닿아야 한다.





증발법에 의한 가르기

물에 용해되여있는 소금을 물로부터 어떻게 갈라내겠는가.

려과하는 방법으로는 소금을 갈라낼수 없다. 그것은 소금이 물에 용해되여있어 물과 함께 려지를 통과해나가기때문이다.

소금물에서 소금만을, 사탕물에서 사탕만을 갈라내려면 물을 증발시켜 기체로 날려보내야 한다. 소금물에서 물이 다 증발되면 소금만 남게 된다.



그림 1-29. 소금물에서 물의 증발

바다물에서 소금을 생산하는것도 증발법을 리용한것이다.

이와 같이 증발법은 고체물질이 물에 용해되여있을 때 리용한다.

증류법에 의한 가르기

끓음점이 서로 다른 액체혼합물에서 개별물질들을 따로따로 갈라낼 때에는 증류법을 리용한다.

? 물과 알콜의 끓음점을 비교하여보아라.

물에 알콜이 섞여있는 혼합물(용액)을 가열하면 물보다 끓음점이 낮은 알콜이 먼저 기체(알콜증기)로 되여나온다.

증발되여나오는 알콜증기를 식히면 액체알콜이 얻어진다.(그림 1-30)

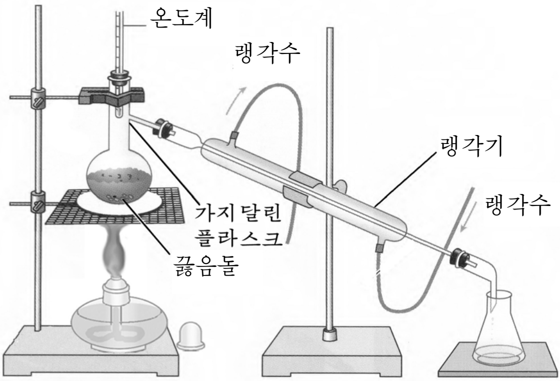


그림 1-30. 물과 알콜의 혼합물에서 알콜의 가르기

액체의 끓음점차이를 리용하여 액체혼합물에서 개별물질을 갈라내는것을 **증류**라고 부른다.

이밖에도 혼합물에서 개별물질들을 가르는 방법에는 전자석을 리용하는 방법, 회리분리법 등이 있다.

문 제

1. 옳고 그른것을 가르고 그 리유를 밝혀라.

ㄱ) 소금물에서 소금과 물은 려과법으로 갈라낸다.

ㄴ) 사이다에서 사탕은 밀도차에 의하여 갈라낸다.

ㄷ) 석유와 물의 혼합물에서 물은 분액깔때기로 갈라낸다.

ㄹ) 진흙물을 려과하면 깨끗한 물을 얻을수 있다.

ㅁ) 고체와 액체의 혼합물을 증류법으로 갈라낼수 있다.

2. 다음 혼합물에서 개별물질들을 갈라내는 방법을 말하여라.

ㄱ) 모래와 톱밥 ㄴ) 돌가루와 철가루 ㄷ) 톱밥, 모래 및 철가루 ㄹ) 기름과 소금물 ㅁ) 소금물과 알콜

3. 대안친선유리공장에서는 모래속의 불순물을 갈라내여 깨끗한 모래만을 쓴다. 그 방법은 (　)이다.

ㄱ) 증발법　ㄴ) 증류법　ㄷ) 밀도차에 의한 가르기

ㄹ) 회리분리법　ㅁ) 전자석에 의한 분리법

4. 다음의 혼합물들가운데서 증발법으로 가를수 있는것은 (　)이다.

ㄱ) 물과 기름의 혼합물　ㄴ) 물과 알콜의 혼합물　ㄷ) 물에 떠도는 흙알갱이　ㄹ) 물과 사탕의 혼합물　ㅁ) 모래와 금의 혼합물

제4절. 물리변화와 화학변화

물질들은 여러가지 변화를 일으킨다.

? 아래 그림들을 보고 어떤 물질이 어떻게 변화되는가를 말하여라.



구름이 모여 비가 내린다



물이 끓으면 수증기로 된다



가을이 오면 단풍나무잎이 붉어진다



철을 뽑는다



철제품에 녹이 쓴다



도금제품들



동굴속에 핀 석회꽃

그림 1-31. 여러가지 물질의 다양한 변화

물리변화

파라핀에 열을 주면 파라핀은 고체상태로부터 액체, 기체상태로 변한다. 파라핀은 열을 받아 고체상태로부터 액체상태로 되며 식으면 다시 고체상태로 된다. 이 변화과정에는 새로운 물질이 생기지도 않고 없어지지도 않는다. 오직 모임상태만이 변한다.

새로운 물질이 만들어지지 않으면서 모임상태와 모양만 달라지는 변화를 **물리변화**라고 부른다.

물이 고체(얼음)나 기체(수증기)로 변하는것은 물리변화이다.

물리변화과정에 물질의 성질이 나타난다. 례를 들어 표준대기압(0.1MPa)에서 물을 가열하면 더워지다가 100℃에서 끓기 시작한다. 즉 끓음점이 100℃라는 성질이 나타난다.

ⓘ 자연계에서 물의 순환과정은 순수 물리변화인가?



초의 불타기와 물질의 변화



초는 파라핀속에 목화솜심지를 넣어 만든다.

초의 심지에 불을 붙이고 어떤 변화가 나타나는가를 살펴본다.

다음 핀세트로 작은 유리관을 잡고 불길속에 넣어 유리관겉면에 무엇이 생기는가를 본다.

초불을 끄는 순간에 심지주변에서 무엇을 볼수 있는가? 자세히 살펴보아라.

화학변화

초가 불타면 점점 작아진다. 파라핀은 공기속에서 불타면서 이산화탄소와 물로 변화된다.

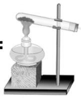
ⓘ 그림 1-31에서 새로운 물질이 생기는 변화를 찾아보아라. 어떤 물질들이 생겨나는가?

처음물질과는 전혀 다른 새로운 물질이 생기는 변화를 **화학변화** 또는 **화학반응**이라고 부른다.

그리고 화학변화를 일으키는 성질을 **화학성질**이라고 부른다.

화학변화(화학반응)가 일어나면 처음물질과는 전혀 다른 새로운 물질이 생긴다.

그러면 새로운 물질이 생겼다는것을 어떻게 확인하겠는가.



실험

초가 불탈 때 일어나는 화학변화

① 초에 불을 붙이고 안벽을 잘 말린 비커를 불길우에 거꾸로 들고있는다.

비커벽에 작은 물방울이 생긴다. 물방울이 잘 보이지 않을 때에는 염화코발트종이를 비커벽에 가져가 종이의 색이 푸른색으로부터 장미색으로 변하는것을 통하여 확인할수 있다.



② 안벽에 석회수를 묻힌 비커를 초불우에 거꾸로 들고있는다.

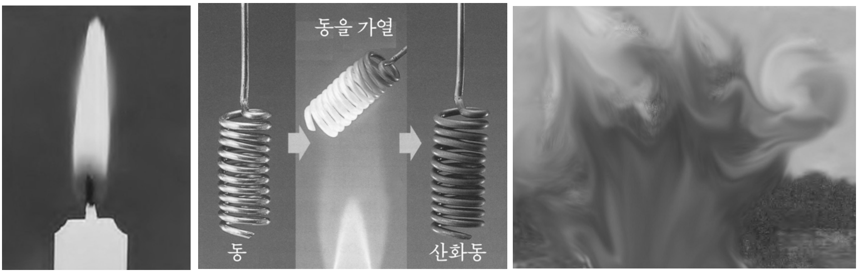
비커안벽에 흰 흐림이 나타난다. 왜 그런가?

화학변화가 일어날 때 새로운 물질이 생기는것을 어떤 현상을 통하여 알수 있는가.

나무잎을 습기가 있는 곳에 오래동안 쌓아두면 썩으면서 열이 난다. 이것도 화학변화이다. 열이 나는것은 화학변화가 일어날 때 나타나는 중요한 현상이다.

염화암모니움과 소석회의 혼합물을 시험관에 넣고 열을 주면 냄새가 나는것을 느낄수 있다. 이것은 반응결과 생긴 암모니아의 냄새이다. 이와 같이 냄새가 나는것에 의하여서도 화학변화가 일어났다는것을 알수 있다.

또한 반응이 일어날 때에는 물질의 색이 변하거나 침전물이 생기며 많은 량의 기체물질이 생기면서 폭발이 일어날수 있다.



열과 빛이 난다　　　색이 변한다　　　폭발이 일어난다

그림 1-32. 화학반응이 일어날 때 나타나는 현상들

붉은색을 띠는 동선을 가열하면 겉면에 검은색을 띤 물질이 생긴다. 검은색은 산화동의 색이다.

석회수에 입김을 불어넣으면 흰색의 침전물이 생긴다. 역시 화학변화이다.

화학반응이 일어날 때에는 이것들가운데서 어느 한가지 현상만 나타날수도 있고 여러가지 현상이 동시에 나타날수도 있다.

문 제

1. 다음의 문장들에서 틀린것을 찾고 그 리유를 말하여라.

ㄱ) 숯을 연소시키면 빛과 열이 난다. 전등에 전류가 흐를 때에도 빛과 열이 난다. 이렇게 열과 빛이 나오는 변화는 다 화학변화이다.

ㄴ) 이산화탄소가 석회수에 흡수된다. 이것은 물리변화이다.

ㄷ) 소금물을 증발시키면 소금이 얻어진다. 이 과정에 다른 물질이 생겼으므로 이것은 화학변화이다.

ㄹ) 사탕과 물이 섞여지는것은 물리변화이다.

2. 다음의 문장가들운데서 물리변화에 속하는것은 (　　)이다. 왜 그런가를 말하여라.

ㄱ) 묽은 염산을 써서 철녹을 벗긴다.

ㄴ) 석회수를 공기속에 두면 겉면에 흰 막이 생긴다.

ㄷ) 용접기를 써서 금속을 용접한다.

ㄹ) 식물에서 농마가 만들어진다.

ㅁ) 전기다리미에 전류가 흐를 때 열이 난다.

3. 아래의 변화들가운데서 반드시 화학변화에 속하는것은 (　)이다. 왜 그런가?

ㄱ) 고체인 얼음에 열을 주면 모두 액체인 물로 변한다.

ㄴ) 난알로부터 농마를 얻는다.

ㄷ) 폭발이 일어난다.

ㄹ) 흰린이 저절로 불탄다.

제5절. 물질의 성질을 어떻게 알아보는가

? 물질의 성질에는 어떤것들이 있는가?

순수한 물질은 자기의 고유한 성질을 가지고있다.



그림 1-33. 냄새는 손으로 바람을 일구어 기체를 끌어당겨 맡는다

성질이 다른것으로 하여 수많은 물질들은 서로 구별된다.

물질의 겉모양, 색, 냄새, 맛과 같은 성질들과 그 변화는 감각기관으로도 직접 알아볼수 있다. 그러나 끓음점, 녹음점, 굳기, 밀도와 같은 성질들은 온도계나 밀도계와 같은 측정수단으로 재여보아야 알수 있으며 더우기 탄산수소나트리움(중조)이 분해되고 산소속에서 금강석이 불타는것과 같은 화학성질은 간단히 알아보기가 힘들다.

그러면 물질의 성질을 어떻게 알아보겠는가.

물질의 성질은 관찰과 실험에 의하여 알아볼수 있다.

관 찰

동판과 알루미니움판을 어떻게 가려보겠는가.

색갈차이는 눈으로 인차 구별해볼수 있다. 같은 크기의 동판과 알루미니움판을 들어보면 어느것이 더 무거운가를 곧 알수 있고 긁

어보면 어느것이 더 굳은가도 알수 있다.

(?) 동판과 알루미니움판은 어떤 성질이 다른가?

3개의 시험관에 물, 사탕물, 식초가 있다. 이것을 어떻게 가려보겠는가.

냄새도 맡아보고 맛이 어떤가도 알아본다.

주의

알지 못하는 물질을 마음대로 맛보거나 손에 묻혀보아서는 안된다. 그것은 독성이 센 화학물질이 피부에 닿거나 몸안에 들어가면 중독을 일으키거나 생명이 위험할수 있기때문이다.

(?) 물, 사탕물, 식초는 어떤 성질이 다른가? 같은 성질은 무엇인가?

이와 같이 감각기관을 통하여 물질의 성질과 그 변화를 알아보는것을 **관찰**이라고 부른다.

감각기관에 의한 느낌은 사람마다 같지 않으며 그것을 수값으로 정확히 나타내기도 어렵다.

그러므로 관찰하는것만으로는 물질의 성질을 다 알수 없고 물질의 변화도 깊이 연구할수 없다.

(?) 감각기관에 의하여 알아낸 성질을 측정값으로 나타낼수 없는것에는 어떤것들이 있는가?

실 험

물질의 성질을 더 깊이 알아내고 물질의 변화과정을 리해하기 위하여 여러가지 기구와 시약을 리용한다.

확대경이나 현미경으로 작은 물체의 생김새를 크게 확대하여보거나 가열하면서 녹여도 보고 태워도 본다.

또한 온도계를 리용하여 물질의 끓음점, 녹음점을 측정하고 밀도계로 액체의 밀도도 재여본다.



그림 1-34. 확대경이나 현미경으로 물질의 생김새를 알아본다

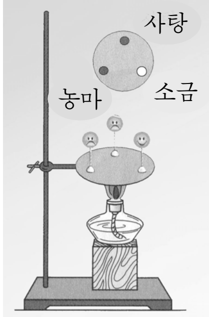


그림 1-35. 소금, 사탕, 농마에 열주어 태워본다

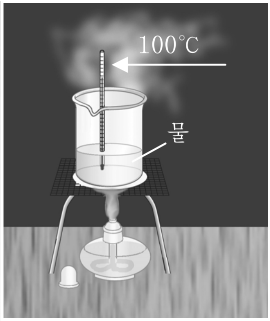
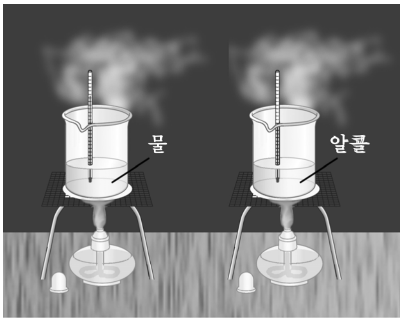


그림 1-36. 물의 끓음점을 측정한다



물과 알콜의 끓음점측정



① 2개의 작은 비커에 각각 물과 알콜을 비커높이의 1/3정도씩 넣는다.

② 비커들을 그림과 같이 각각 쇠그물이 있는 삼발이우에 올려놓는다.

③ 알콜등으로 비커를 가열하면서 물과 알콜이 각각 몇℃에서 끓는가를 본다. 물과 알콜이 끓을 때 온도변화가 있는가 없는가를 본다. 물과 알콜의 끓음점은 각각 몇℃인가?

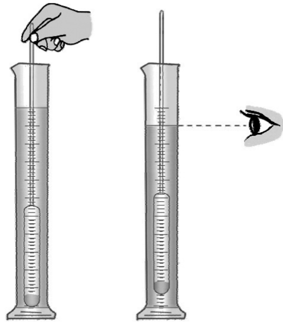
자연계에서 철이 녹쓰는것은 어떤 변화인가.

철이 녹쓰는것을 막으려면 그 원인을 알아야 한다. 그것을 밝히기 위하여 실험실에서 조건을 지어주면서 철이 녹쓸게 하고 자연조건에서 철이 녹쓰는것과 대비하여 연구한다. 화학성질을 밝혀내려면 실험기구와 함께 약품(시약)도 쓴다. 이와 같이 기구나 시약을 써서 물질의 성질(물리성질, 화학성질), 만들기 등을 연구하는것을 **실험**이라고 부른다.

※ 실험에 리용하는 물질들을 **시약**이라고 부른다. 례를 들어 류황, 염산, 에틸알콜 등은 시약이다.

실험 밀도계를 리용하는 방법

밀도계는 액체의 밀도를 재는데 쓰는 기구이다.



① 밀도를 재려는 액체를 메스실린더에 부어넣고(총 체적의 4/5정도) 밀도계를 조심히 바닥까지 밀어넣었다가 놓는다.

② 밀도계는 액체속에 떠있어야 하며 메스실린더벽에 닿지 말아야 한다. 그렇지 않으면 정확한 밀도값이 측정되지 않는다.

③ 메스실린더를 반듯한 실험대우에 놓고 밀도계의 눈금을 읽는다.

이때 눈금과 눈의 위치는 액면의 웃면과 수평이 되여야 한다. 눈의 위치를 수평보다 높거나 낮게 하고 보았을 때 눈금보기에서 어떤 차이가 있는가 보아라.

화학실험은 여러가지 기구와 장치, 시약들을 리용하는 경우가 많기때문에 실험기구와 시약다루는 법을 잘 알고있어야 한다.

관찰과 실험으로 여러가지 자료들을 얻게 된다.

관찰과 실험자료의 적기

관찰과 실험을 하여 얻은 자료들은 물질의 성질을 연구하는데서 기초적인 자료이므로 제때에 정확히 적어두어야 한다.

관찰에 의하여 알아낸 성질자료들은 구체적인 값으로 나타내기 어렵기때문에 느낀 감각을 그대로 적어놓는다.

몇가지 물질의 성질에 대한 실험값 표 1-1

물질이름	끓음점/℃	녹음점/℃	밀도/$g\cdot cm^{-3}$
물	100	0	1.00
에틸알콜	78	-114.4	0.79
초산	119	16.5	1.05
알루미니움	2 495	660	2.70
철	2 735	1 539	7.86

그러나 녹음점, 끓음점, 밀도와 같은 성질들은 수값으로 정확히 나타낼수 있다.(**례**: 표 1-1)

실험에서 측정한 값을 **실험값**이라고 부른다. 관찰 및 실험자료들은 여러가지 방법으로 적어둔다.

자료들은 글로 적거나 표 또는 그라프를 그려둔다. 표나 그라프는 실험값에 의하여 성질을 서로 비교하여보는데 편리하다.(그림 1-37)

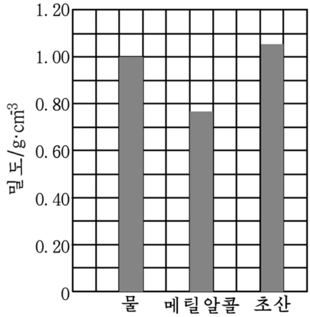


그림 1-37. 몇가지 물질의 밀도



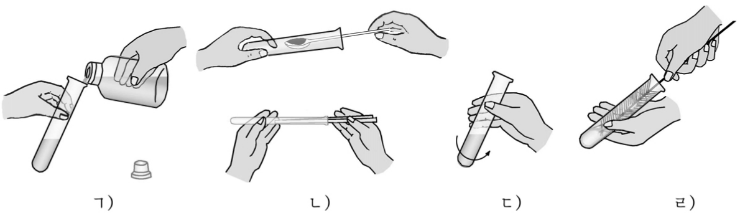
시험관다루기

① 시험관에 액체물질을 넣을 때에는 시험관높이의 1/3~1/5정도 넣어야 한다.(ㄱ)

② 시험관에 고체시약을 넣을 때에는 시험관을 약간 경사지게 세우고 약숟가락을 깊이 넣어 쏟는다.(ㄴ)

③ 시험관에 들어있는 물질을 흔들어섞을 때에는 웃부분을 쥐고 밑부분이 원을 그리도록 주기적으로 가볍게 흔들어준다.(ㄷ)

④ 시험관을 씻을 때에는 솔을 시험관길이보다 약간 짧게 감아쥐고 돌려가면서 씻는다.(ㄹ)



문 제

1. 아래의 문장에서 관찰에 해당한것을 골라내여라.

ㄱ) 류황, 철가루의 색을 살펴본다.

ㄴ) 온도계로 끓음점을 측정한다.

ㄷ) 나무가 불타는것을 본다.

ㄹ) 알루미니움판을 구부려본다.

2. 다음의 표현들에서 물질의 성질을 알아볼 때 측정값을 수값으로 나타낼수 있는것에 ○를 표시하여라.

ㄱ) 끓음점

ㄴ) 산소와 철과의 반응

ㄷ) 유기물질이 불타는 반응

ㄹ) 맛

ㅁ) 냄새

3. 다음 문장들가운데서 옳은것은 (　　)이다. 왜 그런가?

ㄱ) 양초를 가열할 때 액체로 되는것을 보는것은 관찰이다.

ㄴ) 물이 끓는 온도를 알아보는것은 실험이다.

ㄷ) 나무가 불타서 이산화탄소가 생기는가를 알아보는것은 관찰이다.

제6절. 물질의 화합과 분해

화학반응에는 여러가지가 있다.

두가지이상의 물질로부터 한가지 물질이 생기는 반응이 있는가 하면 한가지 물질로부터 두가지이상의 물질이 생기는 반응도 있다.

화합반응

동과 류황을 섞은 혼합물에 열을 주면 어떤 변화가 일어나는가.



류황과 동과의 반응

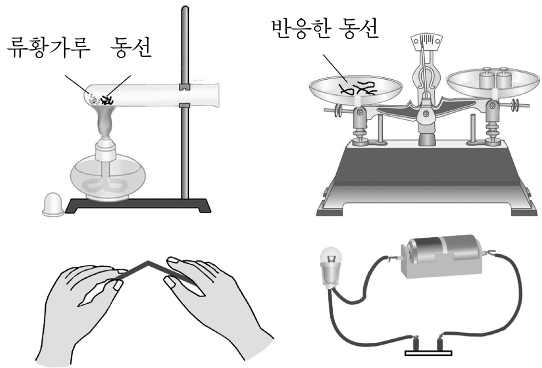
① 연마지로 잘 닦은 가는 동선 4g을 약저울에 달아 약 1cm 정도씩 자른다.

② 류황가루 2g과 동선 4g을 섞어서 시험관에 넣고 알콜등불로 세게 가열한다. 이때 동선이 류황가루속에 묻혀있도록 한다.

③ 5min정도 가열한 다음 충분히 식혀 거기에서 동선만을 갈라낸다.

④ 갈라낸 동선의 질량과 가열하기 전 동선의 질량을 비교해 본다. 또한 가열하기 전과 가열한 다음의 색갈변화와 동선을 구부렸다폈다 할 때의 걸면상태도 관찰한다.

⑤ 반응한 동선이 전기를 통과시키는가를 본다.



류황과 동의 혼합물을 가열하였다가 식힌 다음 갈라낸 동선의 질량은 가열하기 전에 비하여 커졌으며 동선겉면의 색갈은 검은색으로 변하였다. 그리고 동선을 구부렸다폈다 한 다음 동선의 겉면을 관찰하면 가는 실모양의 터진 부분이 있는것을 볼수 있다. 또한 전기도 통과시키지 않는다.

이것은 반응이 일어났다는것을 보여준다. 동선겉면에 생긴 물질은 류화동이다.

이 과정을 다음과 같이 표시할수 있다.

$$\boxed{\text{류황}} + \boxed{\text{동}} \rightarrow \boxed{\text{류화동}}$$

이 반응에서는 두가지 물질이 반응하여 한가지 물질이 생겼다.

반응에 참가한 물질을 **반응물**(반응물질), 반응결과 생겨난 새로운 물질을 **생성물**(생성물질)이라고 부른다.

두가지이상의 물질로부터 한가지의 새로운 물질이 생기는 반응을 **화합반응**(간단히 **화합**)이라고 부른다.

수소와 산소가 섞여있는 혼합물에 불꽃이 당기면 물이 생기고 공기속에서 마그네시움을 태우면 산소와 마그네시움이 반응하여 산화마그네시움이 생긴다. 이것들도 화합반응이다.

공장에서는 질소와 수소와의 화합반응을 리용하여 암모니아를 만든다.

ⓘ? 수소와 산소와의 반응, 마그네시움과 산소와의 반응을 간단히 나타내여라.

분해반응

산화은을 가열하면 은과 산소가 생기며 물을 전기분해하면 수소와 산소가 생긴다.

탄산수소나트리움(중조)을 가열하면 무엇이 생기겠는가? 빵이나 과자를 만들 때 중조를 넣는데 먹을 때에는 왜 중조맛이 나지 않는가.

실험

탄산수소나트리움의 분해

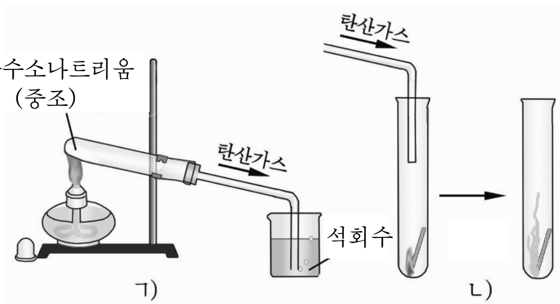
① 마른 시험관에 탄산수소나트리움(중조)을 조금 넣고 그림과 같이 고정대에 설치한다.(ㄱ)

② 시험관의 밑부분을 가열하면서 나오는 기체를 석회수에 통과시킨다. 석회수가 흐려진다. 무엇이 생겼겠는가?

③ 시험관에서 나오는 기체를 다른 키가 낮은 마른 빈 시험관(또는 작은 비커)에 모으고 거기에 불붙는 성냥가치를 넣는다.(ㄴ)

불이 인차 꺼진다. 시험관에 모은 기체는 무슨 물질인가?

④ 가열이 끝난 다음 시험관아구리주변의 안벽을 살펴본다. 다시 가열하면서 푸른색의 염화코발트종이를 시험관아구리에 가져다 댄다. 염화코발트종이의 색갈이 변하는것은 무엇때문인가?



탄산수소나트리움(중조)을 가열하면 이산화탄소(탄산가스)가 생긴다. 나오는 기체를 석회수에 통과시키면 흰색의 침전물이 생기면서 용액이 흐려진다. 이것은 나오는 기체가 이산화탄소라는것을 보여준다. 이산화탄소가 석회수와 반응하여 탄산칼시움의 흰색침전물이 생긴다.

이 반응은 이산화탄소를 알아보는데 리용된다.(이산화탄소의 검출반응) 한편 시험관아구리안벽에는 작은 물방울이 생긴다. 이것을 염화코발트종이로 알아본다. 푸른색의 염화코발트종이는 습기나 물을 흡수하면 연분홍색으로 변한다.

시험관안에는 흰색의 가루모양의 물질이 남아있다. 이것은 탄산나트리움이다.

이와 같이 탄산수소나트리움을 가열하면 이산화탄소, 물, 탄산나트

리움의 세가지 물질이 생겨난다. 이 반응을 식형태로 간단히 나타낼수 있다.

탄산수소나트리움(중조) $\xrightarrow{\text{열}}$ 탄산나트리움 + 이산화탄소 + 물

(반응물) (생성물)

이 반응에서는 한가지 물질로부터 세가지의 새로운 물질이 생긴다.

한가지 물질로부터 두가지이상의 새로운 물질이 생기는 반응을 **분해반응**(간단히 **분해**)이라고 부른다.

공장에서는 분해반응을 리용하여 여러가지 물질을 만들어낸다.

석회석을 분해하여 생석회를 만들고 마그네사이트를 분해하여 마그네샤크링카를 만든다.

실험

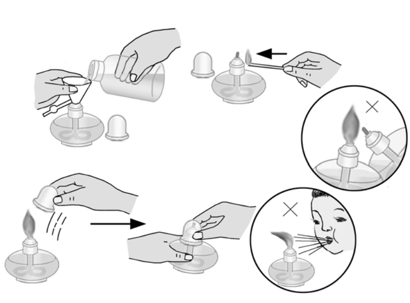
알콜등다루기

① 알콜등에는 알콜을 2/3정도 넣어야 한다.

② 알콜등에 불을 달 때에는 먼저 성냥불을 켜고 알콜등의 뚜껑을 연 다음 불을 붙인다.

③ 실험이 끝난 다음 알콜등의 불을 끌 때에는 뚜껑을 덮어 불을 끈 다음 다시 뚜껑을 열었다가 덮어야 한다. 그 까닭을 생각하여보아라.





생석회는 카바이드와 소석회를 만드는데 쓰며 마그네샤크링카는 내화벽돌을 만드는데 리용한다.

문제

1. 옳은것과 틀린것을 갈라내고 그 리유를 말하여라.
   ㄱ) 혼합물의 가르기와 분해반응은 같다.
   ㄴ) 혼합물을 만드는것은 화합반응을 시킨다는것이다.
   ㄷ) 혼합물의 가르기는 물리성질을 리용하여 진행한다.
   ㄹ) 분해반응은 두가지이상의 물질이 반응하여 두가지이상의 새로운 물질이 생기는 반응이다.
   ㅁ) 화학변화는 화학성질의 표현이다.
2. 아래의 식들에서 화합반응과 분해반응을 지적하여라.
   ㄱ) 아연 + 산소 → 산화아연
   ㄴ) 석회수 + 이산화탄소 → 탄산칼시움 + 물
   ㄷ) 동 + 산소 → 산화동
   ㄹ) 석회석 → 생석회 + 이산화탄소
   ㅁ) 물 → 수소 + 산소
3. 다음의 화학변화에서 화합반응과 분해반응을 지적하여라.
   ㄱ) 물이 전기분해되면 수소기체와 산소기체가 생긴다.
   ㄴ) 석탄을 태우면 이산화탄소가 생긴다.
   ㄷ) 생석회는 물과 반응하여 소석회로 된다.
   ㄹ) 휘발유가 연소되면 이산화탄소와 물이 생긴다.

제7절. 원소는 물질을 이루는 기본재료

물질이 물체를 이루는 재료라면 물질을 이루는 재료는 무엇인가에 대하여 보기로 하자.

화학원소

순수한 물질인 물을 전기분해하면 두가지의 순수한 물질인 수소와 산소가 생긴다.

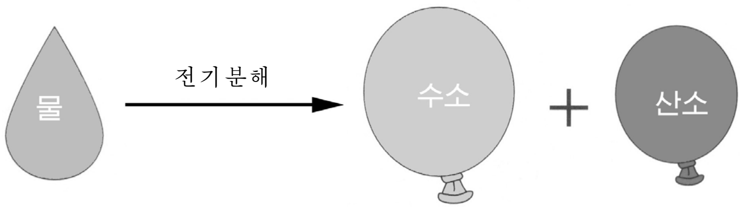


그림 1-38. 물을 전기분해하면 수소와 산소가 생긴다

생겨난 수소와 산소는 더이상 다른 순수한 물질로 분해되지 않는다.

마찬가지로 산화은을 가열하면 은과 산소로 분해된다.

얻어진 은과 산소도 더는 다른 물질로 분해되지 않는다.

그러면 왜 수소와 산소, 은은 아무리 가열하여도 다른 물질로 분해되지 않는가.

그것은 이 물질들이 한가지 재료로만 이루어져있기때문이다.

수소는 《수소》라는 재료만으로, 산소는 《산소》라는 재료만으로 이루어져있으며 은에도 《은》이라는 재료밖에 다른것이 없다.

한편 순수한 물질인 물은 《수소》와 《산소》라는 두가지 기본재료로 이루어져있기때문에 수소와 산소라는 물질로 분해되는것이다. 탄산수소나트리움(중조)은 《탄소》, 《수소》, 《산소》 및 《나트리움》이라는 네가지 기본재료로 이루어져있다.

이와 같이 물질은 하나 또는 그 이상의 기본재료들로 이루어진다.

물질을 이루는 기본재료를 **화학원소**(또는 **원소**)라고 부른다.

례를 들어 산소기체를 만드는 재료인 《산소》나 수소기체를 만드는 재료인 《수소》는 모두 화학원소들이다. 이밖에도 철, 동, 알루미

니움, 탄소, 질소 등은 다 물질을 이루는 원소들이다.

지금까지 알려진 원소들의 수는 110여가지이다.

원소기호

원소들을 간단하고 편리하게 나타내기 위하여 기호를 리용한다. 화학원소를 나타내는 기호를 **원소기호**라고 부른다.

참고 원소기호의 출현과 그 발전

먼 옛날부터 사람들은 세상만물이 무엇으로 이루어졌는가에 대하여 생각하였다. 고대그리스의 아리스토텔레스는 4원소(물, 공기, 흙, 불)설을 제기하고 그것을 만물의 시원으로 보았다. 이러한 생각으로부터 련금술자들은 1 500여년동안이나 보통금속으로부터 금과 은을 얻어내려고 하였다. 련금술자들은 저들의 탐구내용을 비밀로 하기 위하여 자기들끼리 약속한 기호로 원소를 나타내였다.



련금술자들이 쓰던 원소기호

4원소설에 결정적타격을 준 사람은 프랑스의 화학자 라부아지에였다. 그는 1789년 33가지 원소를 실험을 통하여 찾아내고 화학적방법으로는 보다 단순한것으로 분해할수 없는 물질을 원소라고 불렀다.

단순물질을 원소로 본 그의 견해는 부족점이 있었으나 그때로서는 새롭고 진보적인것이였다. 이때로부터 화학자들속에서는 《화학원소》라는 말을 쓰게 되였으며 물질을 화학원소와 화합물로 나누어보기도 하였다.

지금 쓰고있는 원소기호는 스웨리예의 화학자 베르셀리우스에 의하여 1813년에 제기되고 1860년부터 세계적으로 쓰이게 되였다.

원소기호는 원소의 라틴어이름의 첫 문자를 인쇄체대문자로 써서 나타내든가 또는 첫 문자가 같은 경우에는 이름자의 다른 한개의 소문자(인쇄체)를 더 써서 표기한다.

례: 수소 Hydrogenium H(에이취)

산소 Oxygenium O(오우)

동 Cuprum Cu(씨유)

원소기호의 쓰기와 읽기는 영어자모의 쓰기, 읽기와 갈다.

원소기호는 원자를 나타내는 기호이기도 하다.

몇가지 화학원소의 이름과 원소기호 표 1-2

원소이름	라틴어이름	영어이름	원소기호	원소기호읽기
수소	Hydrogenium	Hydrogen	H	에이취
산소	Oxygenium	Oxygen	O	오우
탄소	Carboneum	Carbon	C	씨
질소	Nitrogenium	Nitrogen	N	엔
염소	Chlorium	Chlorine	Cl	씨엘
류황	Sulfur	Sulfur	S	에쓰
나트리움	Natrium	Sodium	Na	엔에이
칼리움	Kalium	Potassium	K	케이
철	Ferrum	Iron	Fe	에프이
동	Cuprum	Copper	Cu	씨유

원소의 이름은 그 원소의 성질, 발견한 곳 또는 발견한 사람의 이름 같은것을 따서 지었다.

ⓘ 여러가지 참고서들을 보면서 다른 원소이름의 유래에 대하여 아는껏 찾아보아라.

참고 **원소이름의 유래**

많은 원소들의 이름에는 그 유래가 있다.

원소의 중요한 성질이 반영된 이름이 있다.

수소(Hydrogenium)는 물을, 산소(Oxygenium)는 산을 만든다는 의미에서 지은 이름이다.

나라나 대륙, 도시의 이름을 따른 원소기호도 있다.

례를 들어 게르마니움, 갈리움, 루테니움, 폴로니움, 프란시움은 나라의 이름에서, 유로피움, 아메리시움은 대륙의 이름에서, 하프니움, 이트리움, 테르비움, 에르비움 등은 도시의 이름에서 딴것이다.

또한 저명한 학자들인 큐리, 페르미, 아인슈타인, 멘델레예브 등의 이름을 따서 불리우는 원소들도 있다.

문 제

1. 어떤 약설명서에 다음과 같이 씌여져있다.

《이 약 1g에는 요드가 5mg, 마그네시움이 6.5mg, 동이 2mg, 칼시움이 1.5mg 들어있다.》

여기서 나타낸 개별물질들은 아래의 어느것에 해당되는가?

ㄱ) 물질 ㄴ) 혼합물 ㄷ) 원자 ㄹ) 원소

2. 국제인터네트망의 보도에 의하면 지금 세계적으로 약 20억명이 철결핍성빈혈증에 걸려있다고 한다. 여기서 말하는 철은 아래의 ( )를 가리킨다.

ㄱ) 금속철 ㄴ) 철원소 ㄷ) 산화철 ㄹ) 철원자

3. 다음의 문장들가운데서 옳은것은 ( )이다. 왜 그런가?

ㄱ) 물은 산소기체와 수소기체로 이루어져있다.

ㄴ) 물은 수소원소와 산소원소로 이루어져있다.

ㄷ) 모든 물질에는 같은 원소들이 들어있다.

ㄹ) 수소원소가 들어있는 물이나 수소기체는 비슷한 성질을 가진다.

제8절. 단순물과 화합물

물질을 이루는 재료(원소)가 몇가지인가에 따라서 물질을 갈라보자.

단순물

ⓘ 산소, 수소, 알루미니움, 수은과 같은 물질들은 제가끔 어떤 원소로 이루어졌는가?

한가지 원소로만 이루어진 물질을 **단순물**이라고 부른다.

례: 은, 철, 질소, 동

ⓘ 단순물이 다른 물질들로 분해될수 있는가?

단순물은 그 성질에 따라 금속과 비금속으로 나눈다.

> **주의**
>
> 원소와 단순물의 이름은 같은것이 많다. 례하면 《산소》라는 표현은 단순물인 산소(산소기체)를 의미하기도 하고 원소이름으로서의 산소를 나타내기도 한다. 그러므로 꼭 원소라고 밝힐 필요가 있을 때에만 《수소원소》, 《산소원소》라고 이름뒤에 《 원소 》를 붙여부르고 그밖에는 《산소》, 《수소》라고 부르기로 한다.

금속을 이루는 원소를 **금속원소**, 비금속을 이루는 원소를 **비금속원소**라고 부른다.

ⓘ 금속과 비금속의 실례를 한가지씩 들고 그 성질(모임상태, 전기를 흘러보내는것, 판으로 펼수 있는것 등)을 비교하여보아라.

동소체

흑연과 금강석은 겉보기가 서로 다르지만 다같이 탄소원소로 이루어진 단순물이다.

흑연, 금강석이 다같이 탄소원소로 이루어져있다는것을 어떻게 알수 있는가.

두가지 물질(흑연과 금강석)을 제가끔 산소속에서 불태우면 꼭같이 이산화탄소만이 생긴다. 산소와 반응하여 이산화탄소를 내는것은 탄소뿐이다.

탄소 + 산소 → 이산화탄소

그러므로 흑연, 금강석은 탄소원소로만 이루어진 단순물이라는것을 알수 있다.

흑연과 금강석은 겉보기가 다르며 성질도 몹시 차이난다.

금강석은 매우 굳고 투명하며 전기를 흘러보내지 않는다.

흑연은 무르고 윤기도는 검은색의 고체물질이며 투명하지 않고 전기를 흘러보낸다.

같은 원소로 이루어져있으나 성질이 서로 다른 단순물을 **동소체**라고 부른다.

례: 탄소의 동소체: 흑연과 금강석

린의 동소체: 붉은린과 흰린

참 고 **금강석을 이루는 원소의 발견**

먼 옛날부터 금강석은 변하지 않고 아름답게 빛나는 성질로 하여 보석으로 리용되여왔다. 커다란 금강석덩어리를 만들어내려고 1694년 작은 금강석들을 모아 녹여보았더니 석탄처럼 타버리고말았다. 1773년에는 금강석이 타서 생긴 기체가 석회수를 흐리게 하는 이산화탄소라는것을 확인하고 금강석이 탄소원소로 된 단순물이라는것을 알아내였다.

비로소 금강석을 이루는 재료가 탄소원소라는것이 확인되였다.

흑연과 금강석은 꼭같은 원소로 이루어져있으므로 매우 높은 온도와 압력에서는 서로 넘어갈수 있다.

붉은린도 가열하면 흰린으로 넘어갈수 있다.

(?) 흑연이 금강석으로 넘어가는것은 화학변화인가? 왜 그런가?

동소체인 흑연과 금강석은 성질이 다르

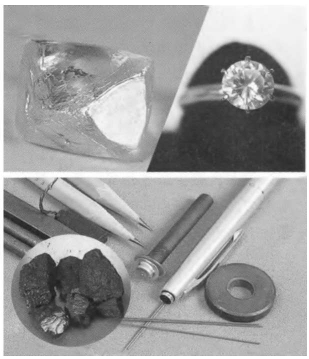


그림 1-39. 흑연과 금강석의 쓰임

므로 쓰는데도 서로 다르다.

ⓘ 금강석의 굳은 성질은 어디에 리용되는가?

ⓘ 흑연이 전기를 잘 통과시키는 성질을 어떻게 리용하는가?

화합물

물, 이산화탄소, 산화은은 각각 몇가지 원소로 이루어져있는가.

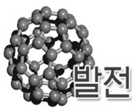
물은 수소원소와 산소원소로, 이산화탄소는 탄소원소와 산소원소로, 산화은은 산소원소와 은원소로 이루어져있다.

ⓘ 탄산수소나트리움은 몇가지 원소로 이루어진 물질인가?

두가지이상의 원소들로 이루어진 물질을 **화합물**이라고 부른다.

화합물은 크게 무기화합물과 유기화합물로 나눌수 있다.

물, 산화수은, 류화동과 같은 물질은 무기화합물이며 사탕, 파라핀, 폴리에틸렌수지 등과 같은 물질은 유기화합물이다.



유기물질과 무기물질

19세기말에 이르러 여러가지 물질들가운데서 생명체안에서 만들어지는 물질을 유기물질이라고 부르면서 무기물질과 구별하여왔다.

그러나 실지에 있어서 유기물질은 생명체안에서만 만들어지는것이 아니다.

지금에 와서는 탄소원소와 수소원소를 기본재료로 하는 화합물을 유기화합물(유기물질)이라고 부르며 나머지 화합물을 무기화합물이라고 부른다. 무기물질에는 단순물과 무기화합물들이 속한다.

유기화합물은 탄소, 수소, 산소, 질소와 같은 몇개 안되는 원소들로 구성되지만 그 종류는 무기화합물에 비할바없이 많다.

유기화합물들은 가열할 때 비교적 쉽게 불타거나 분해되며 불타면 이산화탄소와 물로 되는것이 많다.

? 이산화탄소도 탄소원소를 포함하고있다. 이것도 유기화합물인가?

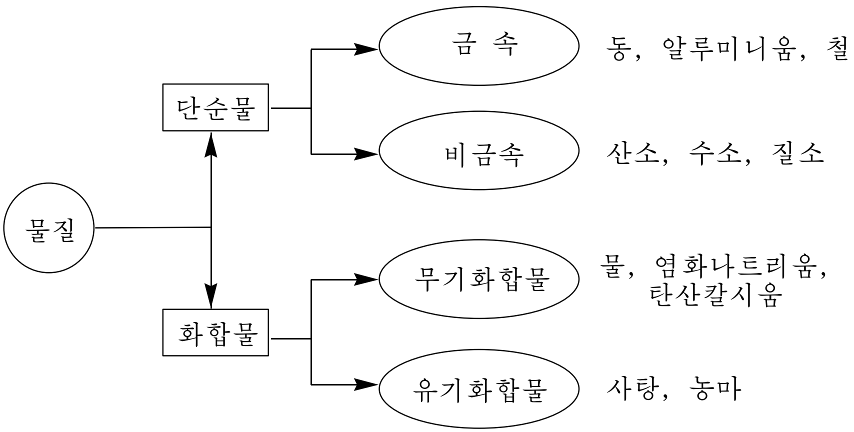


그림 1-40. 물질의 분류

탐구 — 종이와 사탕은 어떤 원소들로 이루어졌을가

종이와 사탕가루를 샤례에 넣고 거기에 짙은 류산 한방울을 각각 떨구어 보면 그 자리가 검은색으로 된다. 이 검은색의 물질은 탄소이다. 이것은 종이나 사탕에 탄소원소가 있다는것을 말해준다. 사탕에는 이밖에 또 어떤 원소들이 있겠는지…

류산은 사탕이나 종이(섬유소)와 같은 화합물로부터 물을 떼내는 성질이 있다. 그러면 사탕이나 종이에 어떤 원소들이 더 있겠는지 알아맞춰보아라.

문 제

1. 아래의 물질들가운데서 단순물과 화합물을 갈라내여라.

   산소, 물, 산화동, 수은, 산화은, 이산화탄소, 소금

2. 화합물과 혼합물의 차이를 성질과 조성의 측면에서 밝혀라.
3. 어떤 화합물을 분해시킬 때 산화동과 물이 생겼다. 이 물질은 어떤 원소들로 되여있는가?
4. 다음 원소들의 원소기호를 쓰고 그것들이 들어있는 화합물들을 하나씩 지적하여라.

   수소, 동, 류황, 산소, 나트리움, 탄소

5. 붉은린이 흰린으로 변하였다. 이것이 물리변화인가 화학변화인가를 설명하여라.
6. 화학원소와 단순물은 서로 어떻게 다른가?

제9절. 자연계의 원소

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리 나라는 금은보화가 많고 아름다운 삼천리금수강산으로 이름이 높습니다.》

우리 나라의 땅속에는 철광석, 동광석, 마그네사이트광석을 비롯한 금속 및 비금속광물자원들이 많이 묻혀있고 여러가지 자원들이 무진장하다. 이것은 아름다운 이 땅우에 사회주의강성대국을 건설하는데서 큰 밑천으로 된다.

자연계에는 90여가지 원소들이 있는데 거의 화합물상태로 있다.

산소, 질소, 수소, 금과 같은 몇가지 원소들은 화합물로도 있고 단순물로도 있다.



그림 1-41. 자연계에서 원소들의 분포

지구를 둘러싼 공기에는 어떤 원소들이 있는가.

공기는 10여가지의 원소들로 이루어진 여러물질들의 혼합물이다.

이 원소들가운데서 질소와 산소가 질량으로 98%를 넘는다.

대기권은 동식물이 살아가는데서 없어서는 안될 중요한 생활환경을 이루고있으며 공기는 여러가지 공업제품의 원료원천이기도 하다.

바다물에 가장 많이 들어있는 원소는 산소와 수소이고 그다음은 염소와 나트리움이다. 염소와 나트리움은 소금을 이루는 원소이다. 바다물에서 얻어내는 소금은 화학공업과 식료공업의 중요한 원료이다.

바다물에는 이밖에도 마그네시움, 칼시움을 비롯한 여러가지 금속원소들이 들어있다. 생물체에는 탄소, 수소, 산소원소들이 질량으로 98%이상 들어있는데 그것들은 주로 물과 유기화합물을 이루고있다.

생물체에는 이밖에도 철, 마그네시움, 칼시움원소들이 적은 량 들어있다.

땅껍데기에 가장 많이 들어있는 원소는 산소이며 그다음은 규소이다. 산소, 규소, 철, 알루미니움, 칼시움, 칼리움, 나트리움, 마그네시움원소들을 합치면 땅껍데기의 99%(질량으로)를 차지하고있는데 이것들은 여러가지 광물을 이루고있다.

참고 — 자연계에 많이 분포되여있는 원소들

자연계에는 여러가지 원소들이 각이하게 분포되여있다. 자연계에 많이 분포되여있는 원소(질량%)들을 보면 태양계(우주)에는 수소 74.4%, 헬리움 23.7%, 기타 원소들이 1.9% 있고 땅껍데기(지각)에는 산소 46.6%, 규소 27.7%, 알루미니움 8.1%, 철 5.0%, 칼시움 3.6%, 그밖의 원소가 9.0% 들어있다. 그리고 바다물속에는 산소 85.9%, 수소 10.8%, 염소 2.0%, 나트리움 1.1%, 그밖의 원소가 0.2% 들어있고 사람몸에는 산소 62.6%, 탄소 19.5%, 수소 10.8%, 질소 5.2% 등의 원소들이 들어있다.

공기(대기)는 여러가지 기체물질들의 혼합물로서 체적%로 조성을 나타내는것이 편리하다. 측정값이 조금씩 다르기는 하지만 마른 공기의 조성(체적%)을 보면 N_2 78.1%, O_2 20.9%, Ar 0.93%, CO_2 0.04%, 기타 기체물질 0.03%이다.

문 제

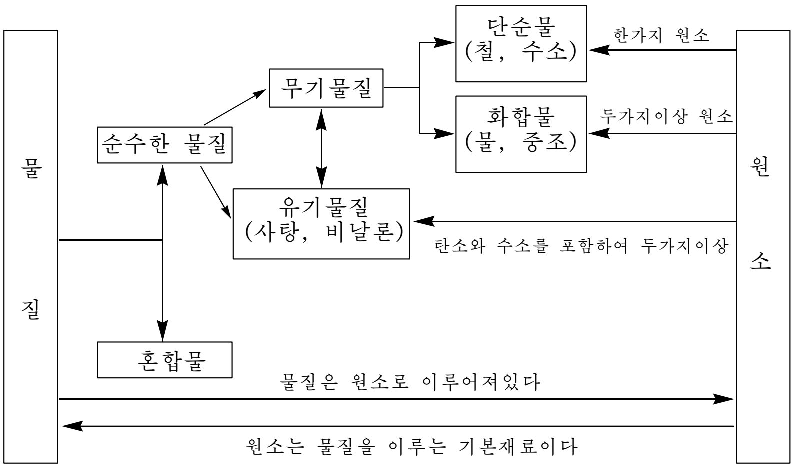
1. 땅껍데기에 많이 들어있는 원소는 (　), (　), (　)이고 생물체에 많이 들어있는 원소는 (　), (　), (　)이다.

2. 바다물에 가장 많이 들어있는 원소는 (　), (　)이고 그다음은 (　), (　)이다.

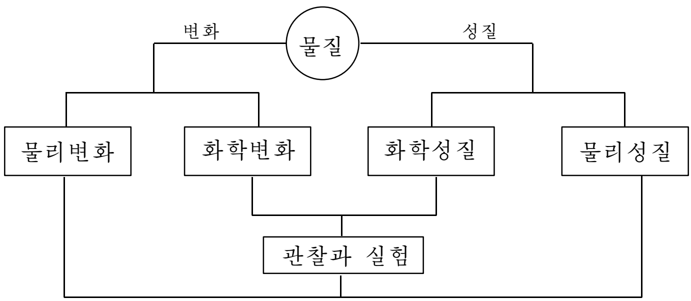
3. 공기는 질소와 산소가 (　)% 들어있는 기체물질들의 혼합물이다.

장 종 합

① 물질은 원소로 이루어져있다.



② 순수한 물질은 고유한 성질을 가지며 변화를 일으킨다.



복습문제

1. 화력발전소에서는 전기를 생산하기 위하여 석탄을 태워 물을 끓인다. 여기에서 물리변화와 화학변화를 갈라내여라.

2. 다음의 문장들에서 물리변화와 화학변화를 가르고 그 리유를 밝혀라.

ㄱ) 용광로에서 철광석으로부터 쇠물을 뽑는다.

ㄴ) 습기가 있으면 철겉면에 녹이 쓸고 동선을 달구면 검은색으로 된다.

ㄷ) 물이 얼면서 병이 깨여진다.

3. 다음의 문장들을 간단한 식형태로 표현하고 분해반응과 화합반응을 갈라내여라.

ㄱ) 석회석을 높은 온도로 가열하면 탄산가스와 생석회가 생긴다.

ㄴ) 동선을 공기속에서 가열하면 산화동이 된다.

ㄷ) 물이 수증기로 변한다.

ㄹ) 번개가 칠 때 산화질소가 생긴다.

ㅁ) 파라핀을 태우면 이산화탄소와 물이 생긴다.

4. 화학원소에 대한 다음의 표현가운데서 옳은것을 찾아내여라.

ㄱ) 물질을 이루는 기본알갱이

ㄴ) 물질을 이루고있는 기본재료

ㄷ) 원자, 분자, 이온들은 모두 원소이다.

ㄹ) 물질을 이루는 알갱이종류

ㅁ) 분자를 만드는 원자

5. 다음의 문장들가운데서 옳은것과 틀린것을 가르고 틀린 리유를 밝혀라.

ㄱ) 성질이 다른 물질에는 반드시 서로 다른 원소들이 들어있다.

ㄴ) 수소원소가 들어있는 물이나 수소기체는 서로 비슷한 성질이 있다.

6. 다음의것들가운데서 땅껍데기에 가장 많이 들어있는 원소를 골라내여라.

산소, 수소, 규소, 알루미니움, 철

7. 다음의 표시들에서 마그네시움의 원소기호를 정확히 쓴것을 골라내여라.

ㄱ) mg   ㄴ) mG   ㄷ) Mg   ㄹ) MG

8. 류황에는 결정성류황과 고무류황이 있다. 고무류황은 결정성류황을 가열하여 녹였다가 갑자기 식히는 방법으로 얻을수 있다. 결정성류황이 고무류황으로 되는것은 화학변화인가 물리변화인가?

9. 같은 원소들은 단순물을 만들수 있다. 네가지 원소는 반드시 네가지 단순물을 만든다고 말할수 있는가?

제2장. 물질을 구성하는 알갱이, 화학글

많은 과학자들의 오랜 연구결과 물질을 구성하고있는 작은 알갱이들은 원자, 분자와 이온이라는것이 밝혀졌다.

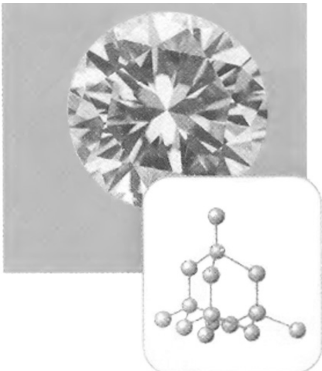


그림 2-1. 금강석은 탄소 원자로 구성되여있다



그림 2-2. 동은 동원자로 구성되여있다

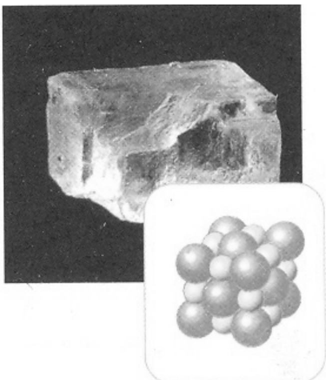


그림 2-3. 소금은 나트리움이온과 염소이온으로 구성되여있다

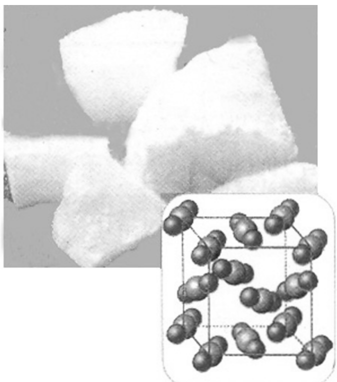


그림 2-4. 《마른얼음》은 이산화탄소분자로 구성되여있다

이 장에서는 물질이 어떤 알갱이들로 구성되여있으며 물질과 그 변화(화학변화)를 어떻게 표현하는가 하는것을 배우게 된다.

제1절. 원자와 분자

원 자

물질이 원자라는 매우 작은 알갱이들로 구성되였다는 생각을 처음으로 내놓은것은 영국의 화학자 돌턴이였다.

오늘은 과학이 발전하여 전자현미경의 도움으로 원자를 직접 볼수 있게 되였다. 고체규소속에는 규소원자가 질서정연하게 배렬되여있다.(그림 2-5)

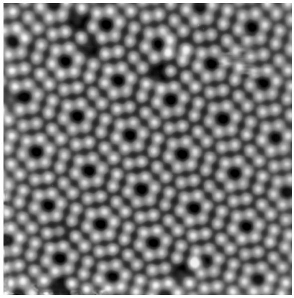


그림 2-5. 규소결면의 전자현미경사진

규소뿐아니라 철, 동, 금과 같은 금속이나 금강석, 류황과 같은 물질들도 한가지 원자로 구성되여있다.

이와 같이 **원자**는 물질을 구성하고있는 기본알갱이의 하나이다.

원자의 크기는 대단히 작다. 산소원자의 직경은 대략 1.48×10^{-10}m이다. 산소원자 1억개를 한줄로 세워놓으면 1.48cm밖에 안된다.

참고 원자의 크기와 나노개념

원자는 그 크기(직경)가 0.1nm(10^{-10}m)정도이다. 나노라는 말은 그리스어로 매우 작다는 뜻이다.

$$1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$$

1nm는 대체로 3~4개의 원자를 나란히 배렬한 길이와 맞먹는다. 만일 자연계에서 가장 작은 수소원자를 한줄로 세워놓으면 1nm에 대체로 10개의 수소원자를 나란히 배렬할수 있다.(수소원자의 직경은 10^{-8}cm이다.)

1m에 대하여 1nm는 지구와 탁구공정도의 크기로 볼수 있다. 이것은 지구만한 크기를 가진 사람이 탁구공을 주무르는것과 같다고 볼수 있다.

다른 원자들의 크기도 차이는 있지만 대단히 작다. 수소원자를 탁구공만큼 확대하였다면 이것은 탁구공을 지구만큼 확대한것과 같다.(그림 2-6)

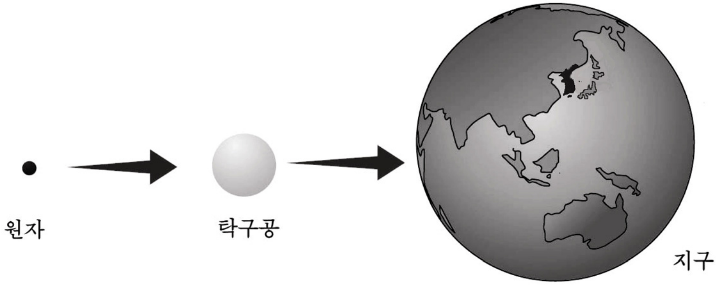


그림 2-6. 원자크기의 비교

원자는 화학반응에서 다른 원소의 원자로 변하지 않는다. 이것을 《원자가 화학반응에서 더는 쪼개지지 않는다.》고 표현한다.

참 고 원자에 대한 사람들의 생각

B.C. 5세기에 벌써 사람들은 만물이 매우 작은 알갱이로 되여있다고 생각하고 그것을 《원자》라고 부르기 시작하였다. 그때는 원자를 더는 쪼갤수 없는 가장 작은 알갱이로 보았다.

1803년 영국의 화학자 돌턴은 《원자》에 대한 개념을 리용하여 물질구조에 대한 원자설을 내놓고 원자가 물질을 구성하는 기본알갱이라고 생각하였다.

20세기 80년대에 이르러 사람들은 주사굴현미경을 리용하여 물질걸면에 배렬되여있는 원자들을 볼수 있게 되였다.

오늘은 원자가 물질을 구성하는 기본알갱이의 한 종류라는것이 잘 알려져있다.

발전 **주사굴현미경(STM)**

《원자를 보는 현미경》이라고 하는 이 현미경은 1982년에 처음 개발되였다. 이 현미경은 전자현미경보다 1 000배나 더 확대하여 볼수 있다. 즉 확대비률이 100만배이상이다. 전자현미경은 μm(마이크로메터)크기의 알갱이를 볼수 있지만 주사굴현미경으로는 nm크기의 알갱이인 원자와 분자를 직접 눈으로 볼수 있다. 또한 매개 원자를 조종하여 하나씩 다른 곳으로 옮겨놓는데 리용할수도 있다.

분자

원자들이 결합되여 분자가 된다.

례를 들어 수소분자는 수소원자 2개로, 산소분자는 산소원자 2개로 되여있으며 물분자는 수소원자 2개와 산소원자 1개로 결합되여있다.

분자도 원자와 마찬가지로 물질을 구성하는 알갱이들중의 하나이다.

물을 전기분해하면 수소와 산소가 생긴다.

물, 수소, 산소는 왜 성질이 다른가?

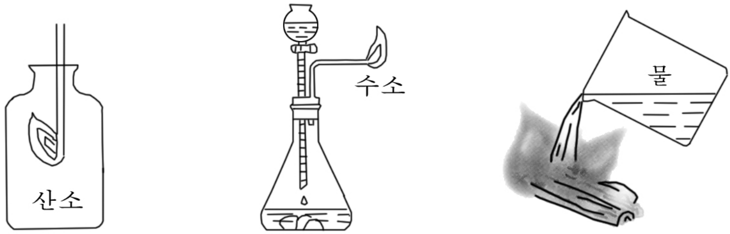


그림 2-7. 수소, 산소, 물의 서로 다른 성질

우의 물질들의 성질이 서로 다른것은 그 물질을 구성하는 가장 작은 알갱이들의 종류가 다르기때문이다.

수소기체는 많은 수소분자들로 이루어져있으며 산소기체는 많은 산소분자들로 되여있다. 한방울의 물도 많은 물분자가 모여 이루어져있다.

많은 수의 분자들이 모여 물질을 구성한다.

이와 같이 **분자**는 2개이상의 원자들의 결합으로 이루어진 물질을 구성하는 알갱이이다.

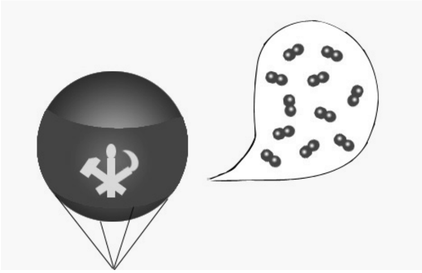


그림 2-8. 수소기체는 많은 수소분자로 이루어져있다

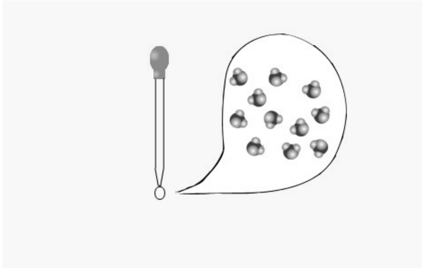


그림 2-9. 한방울의 물에도 많은 물분자가 있다

원자와 마찬가지로 분자도 그 크기가 작아서 눈으로 직접 볼수는 없지만 전자현미경으로는 알아볼수 있다.

ⓘ 탄산가스와 《마른얼음》은 같은 물질인가 서로 다른 물질인가?

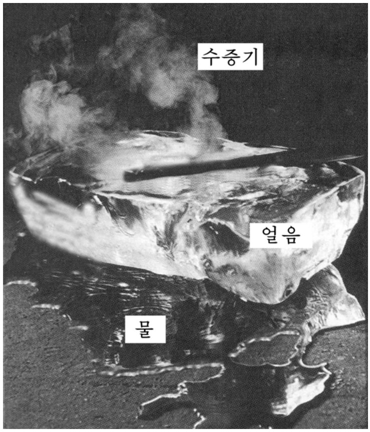


그림 2-10. 물, 수증기, 얼음은 같은 물질이다

불에 달군 쇠막대기를 얼음덩어리에 가져다대면 얼음이 녹으면서 물과 수증기가 생긴다.

그러면 이것들은 서로 다른 물질들인가.

아니다. 물이 어떤 상태에 있든지 물분자는 변하지 않고 그대로 존재하며 물분자안에서 수소원자와 산소원자의 상태도 달라지지 않는다. 다만 기체상태에서는 개별적인 물분자들이 자유롭게 운동할수 있으나 액체나 고체상태에서는 분자들의 자유로운 운동이 억제된다는 점이 차이날뿐이다.

이처럼 분자가 물질의 성질을 나타내며 또 끊임없이 운동하기때문에 분자의 존재를 우리는 감각기관으로 느낄수 있다.

ⓘ 생활에서 분자가 존재하며 끊임없이 운동한다는것을 어떻게 느낄수 있는가? 실례를 세가지씩 들어라.

분자에는 2~3개의 원자로 구성된것들도 있고 몇천~몇만개의 원자가 결합하여 이루어진것들도 있다.

문 제

1. 다음의 문장들에서 틀린것을 찾고 바로 고쳐써라.
   ㄱ) 동은 동원자로 구성되여있다.
   ㄴ) 알루미니움은 알루미니움분자로 구성되여있다.
   ㄷ) 물은 수소원자로 구성되여있다.
   ㄹ) 물은 물원자로 구성되여있다.
   ㅁ) 물은 수소분자와 산소분자로 구성되여있다.
2. 다음의 문장들에서 틀린것을 찾고 바로 고쳐써라.
   ㄱ) 이산화탄소는 탄소원자와 산소원자의 혼합물이다.
   ㄴ) 이산화탄소는 이산화탄소분자로 구성되여있다.
   ㄷ) 물은 수소분자와 산소원자로 되여있다.
   ㄹ) 이산화탄소는 산소원소와 수소원소로 되여있다.
   ㅁ) 물은 산소원소와 수소분자로 되여있다.
3. 물질은 원자나 분자들로 구성된다. 분자는 여러개의 원자들이 모여 구성된다. 그러면 왜 모든 물질은 원자로만 구성된다고 말하지 않는가?

제2절. 원자는 한개의 원자핵과 전자들로 되여있는 알갱이

원자는 질량과 체적이 매우 작은 물질을 구성하는 알갱이이다.

그러면 원자는 더 갈라지지 않는 알갱이인가. 그것은 구조를 가지지 않는가.

사람들은 오랜 탐구과정에 원자는 보다 작은 알갱이들로 갈라질수 있으며 구조를 가지고있다는것을 알아냈다.

원자의 구조

학자들은 많은 실험들을 통하여 원자는 양전기를 띤 원자핵과 음전기를 띤 전자들로 구성되여있다는것을 밝혔다.

그러면 원자안에서 핵과 전자들은 어떤 상태에 있으며 그 크기는 어떠한가 그리고 원자구조모형은 어떻게 나타낼수 있는가?

원자안에서 핵이 차지하는 체적은 매우 작고 전자는 핵주위의 대단

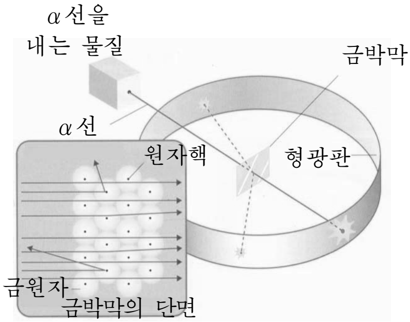
히 넓은 공간에서 운동하고있다. 원자의 크기에 비하여 원자핵의 크기는 대단히 작다.

례를 들어 헬리움원자핵의 직경은 10^{-15}m이고 헬리움원자의 직경은 약 10^{-10}m이다. 즉 헬리움원자핵의 직경은 헬리움원자직경의 1/100 000정도이다.

참고 **톰슨과 라더퍼드의 실험결과**

영국의 화학자 톰슨은 1897년에 원자는 음전기를 띤 전자를 가지고 있다는것을 발견하고 원자의 내부구조를 비교적 구체적으로 밝혔다. 그는 원자는 보다 작은 알갱이들로 구성되여있으며 구조를 가지고있다는 생각을 내놓았다.

영국의 화학자 라더퍼드는 1911년 α선(양전기를 띤 헬리움원자핵의 흐름)을 매우 얇은 금박막에 쪼여주는 실험을 하였다. 실험결과에 의하면 대다수의 α선은 원래의 방향을 바꾸지 않고 그대로 지나가며 적은 수의 알갱이들은 방향을 조금씩 변경시키면서 지나갔고 매우 적은 수의 알갱이들만이 방향을 완전히 바꾸어 반대방향으로 돌아오는것을 발견하였다. 이것은 원자핵은 양전기를 띤 알갱이이며 원자전체의 크기에 비하여 매우 작지만 그 질량이 대단히 크다는것을 보여준다.



α알갱이를 금박막에 쪼여주는 실험

? 라더퍼드의 실험을 통하여 이 사실을 설명하여라.

원자의 크기를 직경이 100m인 경기장에 비긴다면 원자핵의 크기는 직경이 1mm정도인 작은 모래알에 비길수 있다.

원자핵의 크기는 작지만 질량은 원자전체의 질량과 거의 같다. 그것은 전자의 질량이 매우 작기때문이다. 례를 들어 수소원자에서 전자 1개의 질량은 원자핵의 질량의 1/1 840밖에 안된다.

즉 원자의 질량에서 전자들의 질량은 거의 무시할 정도로 작다.

그러면 원자를 어떤 구조모형으로 나타낼수 있는가.

원자는 중심에 원자의 거의 모든 질량이 집중되여있는 양전기를 띤 매우 작은 핵과 그 주위의 넓은 공간에서 운동하는 전자들로 되여있다.

원자핵은 왜 양전기를 띠는가? 원자핵은 더 갈라지지 않는가?

원자핵은 양성자와 중성자라는 알갱이로 이루어져있다. (그림 2-11)

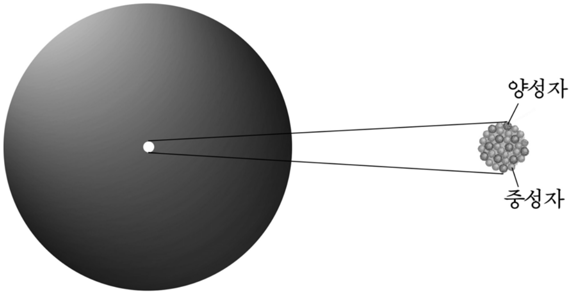


그림 2-11. 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져있다

원자핵이 양전기를 띠고있는 것은 그것이 양성자를 가지고있기 때문이다. 양성자 1개와 전자 1개가 가지고있는 전기량의 크기는 같고 부호는 반대이다.

양성자와 전자가 가지고있는 전하수(전기띤수)와 부호를 각각 《1+》, 《1-》로 표시한다.

그러면 왜 원자는 전기적으로 중성인가.

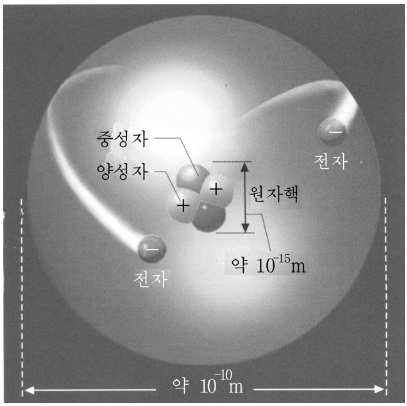


그림 2-12. 원자의 구조모형

그것은 핵에 있는 양성자의 개수와 핵주위에 있는 전자의 개수가 같기때문이다.

즉

$$\boxed{\text{핵의 전하수}} = \boxed{\text{양성자수}} = \boxed{\text{원자의 전자수}}$$

이다.

원자는 화학반응과정에 아무런 변화도 일으키지 않는가.

아니다. 원자를 구성하고있는 전자는 떨어져나가거나 더 붙을수도 있다.

? 그렇다면 원자가 화학반응에서 더는 쪼개지지 않는다는것은 무엇을 의미하는가?

참 고 — **학자의 실험과 예언**

라더퍼드는 원자핵과 전자를 발견한 다음 원자핵을 더 쪼갤수 없겠는가, 원자핵은 무엇으로 되여있겠는가 하는것을 생각하였다.

드디여 라더퍼드와 그의 조수는 1919년에 α알갱이를 리용하여 질소원자를 《포격》하는 실험을 하였는데 이때 원자핵에서 양성자가 나온다는것을 발견하였다. 양성자는 양(+)전기를 띠고있었는데 전기량의 크기는 전자의 전기량과 같았다. 라더퍼드는 1920년에 원자핵에 양성자뿐아니라 전기적으로 중성인 중성자가 있을것이라고 예언하였다. 그의 예언대로 1932년에 여러 학자들이 중성자를 발견하였다. 학자의 예언은 옳았던것이다.

문 제

1. 원자핵은 양전기를 띠고있다. 그런데 원자는 중성이다. 왜 그런가?

2. 원자에 대한 다음의 표현가운데서 틀린것을 찾고 바로 고쳐써라.

ㄱ) 원자는 전기를 띠고있다.

ㄴ) 원자는 원자핵과 전자가 고르롭게 섞여있는것이다.

ㄷ) 원자는 몇개의 원자핵과 전자들로 구성되여있다.

ㄹ) 원자핵의 질량은 원자전체의 질량과 거의 같다.

ㅁ) 원자핵의 크기는 원자의 크기와 거의 같다.

3. 원자구조에 대한 다음의 표현들가운데서 틀린것을 찾고 그 리유를 말하여라.

ㄱ) 원자는 양전기를 띤 한개의 원자핵과 전자들로 구성되여있다.

ㄴ) 원자핵의 전하수는 전자들의 전하수보다 크다.

ㄷ) 핵의 전하수는 양성자의 수와 같다.

ㄹ) 양성자의 전하수는 전자의 전하수보다 크다.

ㅁ) 원자핵은 양성자로 되여있다.

제3절. 이온은 전기를 띤 알갱이

양이온과 음이온

화학변화가 일어날 때 중성원자는 전자를 내주거나 받아서 전기를 띤 알갱이로 될수 있다. 이와 같이 전기를 띤 알갱이(원자나 원자단)를 **이온**이라고 부른다.

원자가 전자를 내주면 양전기(+)를 띤 알갱이로 되는데 이것을 **양이온**이라고 부른다.

반대로 원자가 전자를 받으면 음전기(-)를 띤 알갱이로 되는데 이것을 **음이온**이라고 부른다.

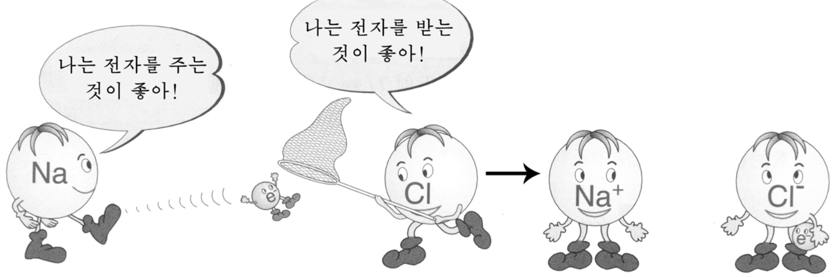


그림 2-13. 나트리움양이온과 염소음이온이 만들어지는 과정

실례로 금속나트리움이 염소기체속에서 불탈 때 나트리움원자는 1개의 전자를 내주고 양전기를 띤 나트리움이온(Na^+로 표시)으로 되고 염소원자는 전자 1개를 받아서 염소음이온(Cl^-로 표시)으로 된다.

원자가 내준 전자수 혹은 받아들인 전자수는 이온의 전하수로 되는데 이것을 **이온가**라고 부른다. 우의 실례에서 나트리움원자는 전자 1개를 내주고 1가양이온으로 되며 염소원자는 전자 1개를 받아서 1가음이온으로 된다.

이온은 물질을 구성하는 알갱이

서로 반대의 전기를 띤 양이온과 음이온들사이에는 정전기적끌힘이 작용하며 그 힘에 의하여 이온들이 결합되여 새로운 물질이 만들어진다.

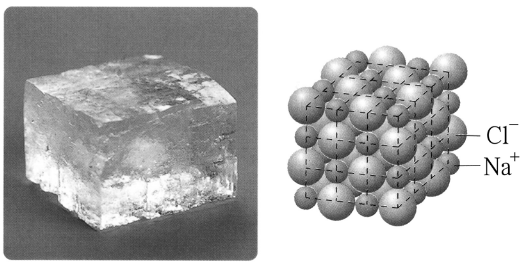


그림 2-14. 염화나트리움의 결정모형

나트리움양이온과

염소음이온들은 서로 결합하여 염화나트리움결정을 만든다.(그림 2-14)

염화나트리움결정안에는 많은 개수의 나트리움양이온과 염소음이온이 서로 엇바뀌여 배렬되여있다. 염화나트리움(NaCl)이라고 부르는 물질은 나트리움양이온과 염소음이온으로 이루어져있다.

이와 같이 이온들도 원자나 분자와 마찬가지로 물질을 구성하는 알갱이이다.

원자의 종류에 따라서 2개이상의 전자를 내주거나 받아들일수 있다. 이때에는 이온가가 1보다 커진다.

이온은 원자로부터 형성될뿐아니라 2개이상의 원자가 결합되여 만들어진 알갱이(원자단)도 전자를 내주거나 받아서 여러원자이온으로 될수 있다. 이때 만들어진 이온도 한원자이온처럼 행동하며 물질을 구성하는 알갱이로 된다.

물질을 구성하는 알갱이들사이의 련관

원자, 분자, 이온은 다같이 물질을 구성하는 알갱이들이다. 그것들은 화학반응과정에 원자는 이온으로, 이온은 다시 원자로 될수 있다.

원자, 분자, 이온들은 화학반응과정에 서로 변화될수 있으며 그 결과 각이한 물질이 생겨난다.(그림 2-15)

ⓘ 표 2-1을 보고 산소분자가 어떤 물질을 구성하는 알갱이로 될수 있는가를 설명하여라.

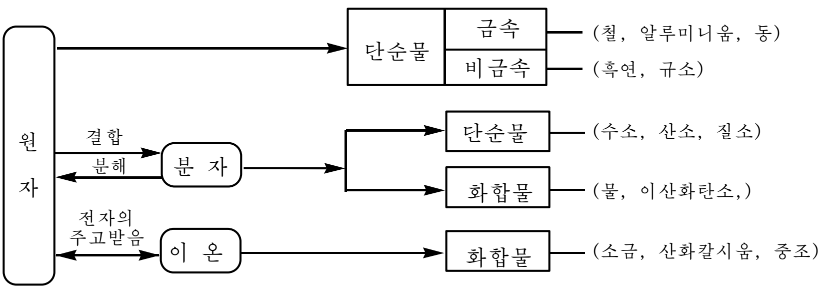


그림 2-15. 원자, 분자, 이온사이의 련관, 물질의 형성

물질과 그것을 구성하는 알갱이 및 조성　　표 2-1

물질	물질을 구성하는 알갱이	조성
금강석	탄소원자	탄소원소
이산화탄소	이산화탄소분자	탄소원소 산소원소
물	물분자	산소원소 수소원소
소금	나트리움이온 염소이온	나트리움원소 염소원소
금속나트리움	나트리움원자	나트리움원소

문 제

1. 다음의 문장들에서 틀린것을 찾고 그 리유를 말하여라.

ㄱ) 나트리움원자는 양전기를 띠고있다.

ㄴ) 염소이온은 중성이다.

ㄷ) 이온은 원자이다.

ㄹ) 원자는 전자를 내주고 양이온으로 된다.

ㅁ) 원자는 전자를 내주고 음이온으로 된다.

2. 다음의 문장들에서 틀린것을 찾고 바로 써라.

ㄱ) 수소기체는 분자로 되여있고 수소분자는 수소이온들로 구성되여있다.

ㄴ) 소금결정은 나트리움양이온과 염소음이온으로 구성되여있다.

ㄷ) 흑연은 탄소분자들로 되여있고 금강석은 탄소원자로 구성되여있다.

ㄹ) 흑연과 금강석은 다같이 탄소원자들로 구성되여있다.

ㅁ) 물은 수소분자와 산소원자로 되여있다.

ㅂ) 산소원소는 산소분자이다.

3. 나트리움원자가 나트리움양이온으로 변하였다. 원자핵의 전하수는 어떻게 되겠는가? 그리고 나트리움양이온의 크기는 원자의 크기와 같겠는가 다르겠는가?

제4절. 물질을 나타내는 화학식

우리는 앞에서 화학원소와 원소기호에 대하여 배웠다.

그러면 하나하나의 화학원소들을 원소기호로 나타내듯이 매개 물질도 간단히 원소기호로 나타낼수 없겠는가.

모든 물질은 그 재료인 화학원소들로 이루어졌으므로 원소기호를 리용하여 물질을 간단히 나타낼수 있다.

물질의 조성을 원소기호와 수로 나타낸 식을 **화학식**이라고 부른다.

몇가지 물질의 화학식 표 2-2

물질의 이름	화학식	읽기
물	H_2O	에이취둘오우
흑연과 금강석	C	씨
소금	NaCl	엔에이씨엘
동	Cu	씨유
수소	H_2	에이취둘

물질의 화학식을 어떻게 쓰는가.

분자로 구성된 물질의 화학식쓰기

분자로 구성된 물질의 화학식은 분자를 구성하고있는 원자의

종류와 그 원자개수를 밝혀서 써준다.

례를 들어 산소의 화학식을 O_2이라고 쓰는데 이것은 산소분자가 산소원자 2개로 구성되여있기때문이다.(그림 2-16)

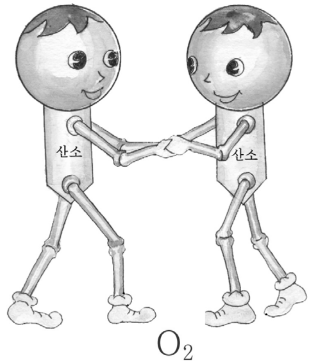


그림 2-16. 산소의 화학식

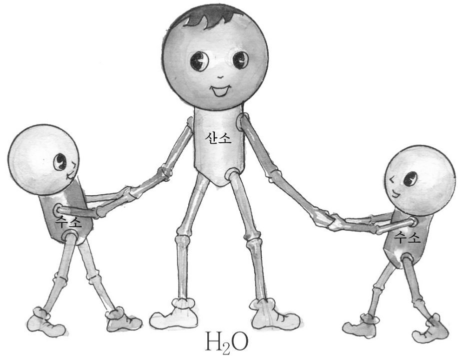


그림 2-17. 물의 화학식

이처럼 2개의 원자로 구성된 분자를 간단히 **2원자분자**라고 부르며 분자로 되여있는 물질의 화학식을 **분자식**이라고 부른다.

? 2원자분자로 되여있는 수소와 질소의 화학식(분자식)을 어떻게 쓰겠는가?

물의 분자식을 H_2O라고 쓰는것은 물분자가 수소원자 2개와 산소원자 1개로 구성되여있기때문이다.(그림 2-17)

원자로 구성된 물질의 화학식쓰기

원자로 구성된 물질의 화학식은 원소기호그대로 쓴다.

례를 들어 금속인 동의 화학식은 원소기호그대로 Cu라고 쓴다.

그것은 동이 동원자들이 모여서 구성된 물질이기때문이다.

다른 금속들도 원자로 구성되여있다.

이와 마찬가지로 흑연도 탄소원자들이 이어붙어서 구성된 물질이므로 원소기호그대로 C라고 쓴다.

Ⓘ 철과 알루미니움의 화학식은 어떻게 쓰는가?

이온으로 구성된 물질의 화학식쓰기

이온으로 구성된 물질의 화학식은 물질을 구성하고있는 양이온과 음이온들의 개수비를 밝혀서 쓴다.

례를 들어 염화나트리움(소금)결정은 나트리움양이온과 염소음이온의 개수비가 1:1이므로 그 화학식을 NaCl이라고 쓰며 산화나트리움결정은 Na_2O라고 쓴다. 그것은 산화나트리움결정에서 나트리움양이온과 산소음이온의 개수비가 2:1이기때문이다.

이처럼 화학식은 무슨 물질인가를 나타내며 그 물질이 어떤 원소들로 이루어져있고 원자개수비가 얼마인가를 나타낸다.

Ⓘ 결정상태의 소금과 가루상태의 소금의 화학식은 같은가 다른가?

Ⓘ 원소기호, 화학식, 분자식은 서로 어떻게 다른가?

참고 **화학식을 쓰는 법과 읽는 법**

① 화합물의 화학식을 쓸 때 원소기호들은 같은 높이로 쓰며 양이온을 앞에 쓰고 음이온을 뒤에 쓴다.

② 밑수는 원소기호의 소문자높이의 절반정도 내려가게 쓴다. 밑수가 1일 때에는 쓰지 않는다.

례: H_2O, CO_2, Na_2O, Mg

③ 화학식을 읽을 때에는 맨앞의 원소기호로부터 시작하여 뒤로 가면서 읽는다. 밑수는 둘, 셋, 넷,…으로 읽는다.

례: O_2 오우둘 H_2O 에이취둘오우

CO_2 씨오우둘 Na_2O 엔에이둘오우

※ 화학식에는 분자식, 구조식, 이온식, 조성식 등이 있다.

문 제

1. 다음의 물질들가운데서 분자, 원자, 이온으로 구성된것들을 찾고 그 화학식을 써보아라.

산소, 수소, 철, 숯, 질소, 소금, 물, 동, 이산화탄소, 흑연, 류황

2. 다음 물질들의 화학식을 쓰고 그가운데서 단순물을 갈라내여라.

소금, 동, 금강석, 흑연, 브롬, 헬리움, 류화수소

3. 다음의 화학식들을 읽고 물질의 이름을 말하여라.

H_2O, CO_2, Fe, CuO, NaCl, N_2, ZnO

4. 다음 문장들을 보고 물질들의 화학식을 쓰고 읽어라.

ㄱ) 암모니아분자는 질소원자 1개와 수소원자 3개로 구성되여있다.

ㄴ) 메탄분자는 탄소원자 1개와 수소원자 4개로 구성되여있다.

ㄷ) 동, 아연, 칼시움은 각각 산소와 1:1의 비로 결합되여있다.

제5절. 원자량과 분자량, 화학식량

원자량(Ar)

원자는 매우 작은 알갱이로서 그것의 질량은 보잘것없이 작다. 실례로 수소원자 1개의 질량은 1.672×10^{-24}g이고 탄소원자 1개의 질량은 약 2×10^{-23}g밖에 되지 않는다.

이렇게 작은 원자의 질량값을 그대로 리용한다면 매우 조잡해지고 또 불편하다. 그러므로 화학에서는 원자의 질량을 보다 간편하게 나타내기 위하여 원자량이라는 개념을 리용한다.

탄소원자의 질량을 정확히 12로 정하고 이것으로 다른 모든 원자의 질량을 비교한 수가 **원자량**이다.

$$\text{수소의 원자량} = \frac{\text{수소원자 1개의 질량}}{\text{탄소원자 1개의 질량}} \times 12 = \frac{1.672\times10^{-24}\text{g}}{19.92\times10^{-24}\text{g}} \times 12 = 1.007 \approx 1$$

원자량은 기호 *Ar*로 표시하며 단위는 없다. 원자량이 단위를 가지지 않는것은 그것이 원자의 상대질량 즉 탄소원자의 질량을 기준으로 하여 그것과 비교한 값이기때문이다.

산소원자의 질량은 탄소원자보다 1.33배 무거우므로 산소의 원자량은 16(12×1.33≈16)이며 동원자의 질량은 탄소원자보다 5.33배 무거우므로 동의 원자량은 64(12×5.33≈64)이다.

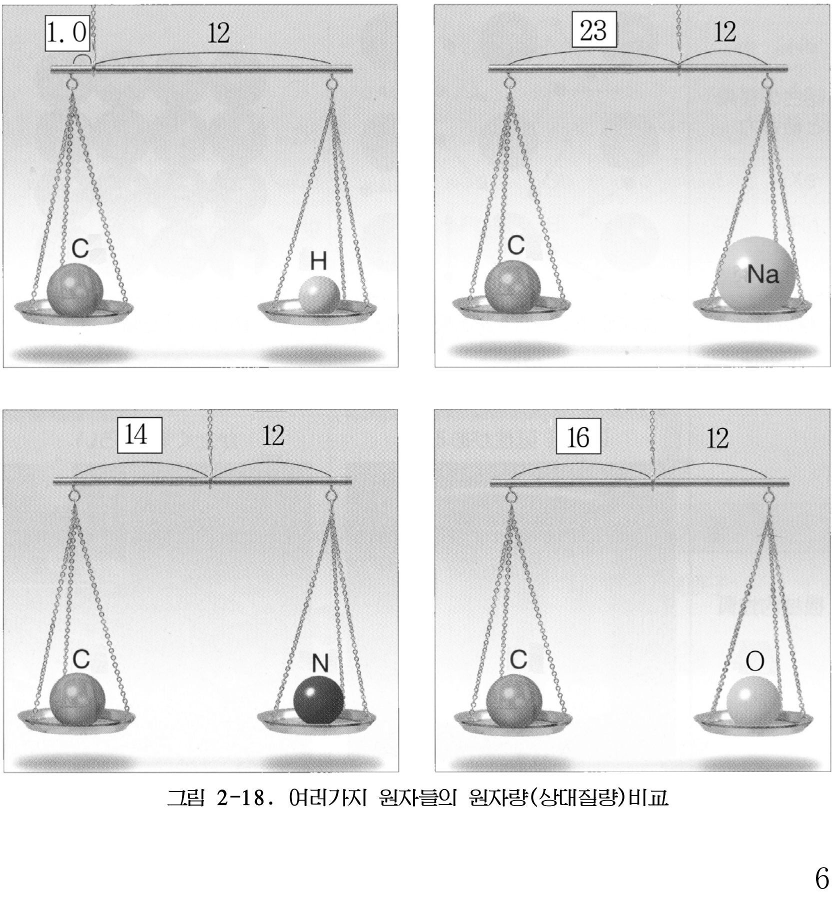


그림 2-18. 여러가지 원자들의 원자량(상대질량)비교

아래에 몇가지 원자들의 질량과 원자량(상대질량)을 표로 주었다. (표 2-3)

원자의 질량과 원자량(상대질량) 표 2-3

원자	원자 1개의 질량/g (단위가 있다.)	원자량(상대질량) (단위가 없다.)
H원자	1.672×10^{-24}	1.007
He원자	6.646×10^{-24}	4.002
C원자	19.927×10^{-24}	12 (기준)
N원자	23.253×10^{-24}	14.003
O원자	26.561×10^{-24}	15.995
Na원자	38.176×10^{-24}	22.990
Al원자	44.806×10^{-24}	26.982
S원자	53.092×10^{-24}	31.972
Cl원자	58.069×10^{-24}	34.969
Ca원자	66.360×10^{-24}	39.962

※ 원자량은 멘델레예브원소주기표에 씌여있다.

원자들의 질량은 원자량을 가지고 서로 비교한다. 례를 들어 류황원자의 질량은 산소원자보다 32/16=2배 무겁다.

(?) 수소원자의 원자량과 다른 원자들의 원자량을 비교하여 볼 때 어떤것을 알수 있는가?

분자량(Mr)

분자도 원자와 마찬가지로 크기와 질량이 매우 작다.

그러므로 분자에 대하여서도 분자량이라는 개념을 리용한다. 기호는 Mr로 표시하며 단위는 없다.

분자는 원자들로 이루어졌으므로 **분자량**은 분자를 이루고있는



그림 2-19. 류산의 분자량

원자들의 원자량의 합으로 나타낸다.

례를 들어 류산(H_2SO_4)의 분자량은

$$Mr=1\times2+32+16\times4=98$$ 이다.

물질의 분자량은 분자식을 보고 쉽게 계산할수 있다.

ⓘ 분자량이라는 말과 분자의 질량이라는 말이 어떻게 다르며 서로 어떤 관계가 있는가?

분자량을 가지고 분자들의 질량을 서로 비교한다.

몇가지 물질의 분자량 표 2-4

물질의 이름	화학식	분자량	물질의 이름	화학식	분자량
수소	H_2	2	물	H_2O	18
산소	O_2	32	이산화탄소	CO_2	44
질소	N_2	28	이산화류황	SO_2	64
염소	Cl_2	71	암모니아	NH_3	17
염산	HCl	36.5	메탄	CH_4	16

ⓘ 물분자와 이산화탄소분자는 각각 수소분자보다 몇배나 무거운가? 또 이산화탄소분자는 산소분자보다 몇배나 더 무거운가?

분자량이라는 말은 분자로 이루어진 물질에 대하여서만 쓴다.

화학식량(Mr)

분자식을 보고 분자로 구성된 물질의 분자량을 알수 있는것처럼 원자로 구성된 물질(단순물)과 이온으로 구성된 물질(화합물)의 화학식을 보면 화학식량을 알수 있다.

례: 동 Cu·········$64\times1=64$

소금 NaCl······$23\times1+35.5\times1=58.5$

화학식에 의하여 계산된 원자량의 합을 그 물질의 **화학식량**이라고 부른다.

기호는 Mr로 표시한다.

ⓘ 왜 원자로 구성된 단순물의 화학식량은 원자량과 같은가?

화학식량은 물질들의 질량을 비교하는데 쓰인다.

(?) 동 1개원자의 질량은 철 1개원자의 질량보다 몇배나 큰가? 산소기체는 수소기체보다 몇배나 무거운가?

※ 공기는 대체로 질소와 산소의 혼합물이다. 그러므로 공기에 대하여서는 평균분자량을 쓴다. 공기의 평균분자량은 29이다.

화학식량을 배운데 기초하여 앞에서 배운 원소기호와 화학식의 의미를 종합하여보면 다음과 같다.

원소기호의 의미

① 무슨 원소인가를 나타낸다.

② 주어진 원소의 원자 1개를 나타낸다.

③ 원자량(원자의 상대질량)을 알수 있다. 즉 원소기호가 표시되면 원자량이 제시된것과 같다.

례: 원소기호 Zn을 보면 아연원소라는것, 아연원소의 원자 1개라는것, 원자량이 65라는것을 알수 있다.

화학식의 의미

① 어떤 물질인가를 나타낸다.

② 물질을 이루는 원소와 그 원소들의 원자개수비를 나타낸다.

③ 화학식량을 나타낸다.

례: 화학식 NaCl은 소금이라는 물질을 나타내며 소금이 나트리움원소와 염소원소로 이루어져있고 두 원자의 개수비가 1:1이라는것 그리고 소금의 화학식량이 58.5라는것을 나타낸다.

문 제

1. 원자량, 분자량, 화학식량이 어떻게 다른가?

2. 다음 문장을 읽고 물음에 대답하여라.

ㄱ) 류산분자는 수소분자보다 49배 무겁다. 류산의 분자량은 얼마인가?

ㄴ) 류산의 화학식은 H_2SO_4이다. 류산의 화학식량은 얼마인가?

3. 다음 물질들의 화학식량을 계산하여라.

ZnO, CaO, NH_3, SO_2, Al_2O_3

4. 다음의 판단이 옳은가를 설명하여라.

《H_2O의 분자량은 18, 화학식량도 18이다. 따라서 분자량과 화학식량은 같은 말이다.》

제6절. 물질량과 몰질량

물질량(n)

물질의 량을 여러가지로 나타낼수 있다. 고체물질들은 보통 질량(단위 g, kg)으로, 액체나 기체물질은 체적(단위 dm^3, cm^3 혹은 L, mL)으로 나타낸다.

화학에서는 보통 물질의 분량(많고 적은 정도)을 알갱이수로 나타낸다.

왜 화학에서 알갱이수로 물질의 분량을 나타내는가?

화학에서 다루는 모든 물질은 알갱이(원자, 분자, 이온)들로 구성되여있으며 물질의 변화(화학반응)도 알갱이들사이의 작용의 결과에 일어나기때문이다.

또한 물질의 분량을 알갱이수로 나타내면 서로 비교하기가 편리하고 또 리해하기도 쉽다.

이와 같이 물질의 분량을 알갱이수로 나타낸 값을 **물질량**이라고 부른다. 물질량은 화학에서 쓰는 기본량이다.

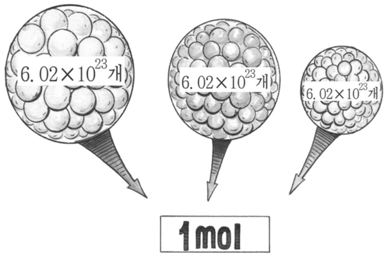


그림 2-20. 1mol은 알갱이들의 모임

분자나 원자, 이온과 같은 알갱이 6.02×10^{23}개의 모임을 1mol로 정하였다.

$$1\text{mol}=6.02\times10^{23}\text{개의 모임}$$

물질량을 기호 n으로 표시하며 그 단위는 mol이다.

물질 1mol속에 들어있는 알갱이수 6.02×10^{23}을 **아보가드로수**라고 부르며 기호 N_A로 표시한다.

$$N_A=6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}$$

※ mol^{-1}은 $\frac{1}{\text{mol}}$을 간단히 쓴것이다. 6.02×10^{23}은 물질 1mol당 알갱이수가 6.02×10^{23}개라는것을 나타낸다.

참 고 **아보가드로수는 얼마나 큰 수인가?**

아보가드로수 6.02×10^{23}은 물질 1mol속에 들어있는 알갱이수이다. 이 수는 대단히 큰 량이다.

례를 들어 지구상에 사는 사람이 50억명이라고 하고 매 사람이 1분동안에 100개씩 센다고 하면 아보가드로수의 알갱이를 240만년이 걸려야 다 셀수 있다. 그러니 아보가드로수가 얼마나 큰 량인가를 알수 있다.

아보가드로수는 이 수를 처음으로 내놓은 이딸리아의 화학자 아보가드로의 이름을 따서 붙인것이다.

물질량(n)은 물질을 이루고있는 알갱이수(N)가 아보가드로수(N_A)의 몇배나 되는가를 나타내는 값이다. 그러므로 물질량(n)은 다음과 같은 식으로 간단히 표시된다.

$$n=\frac{N}{N_A}\qquad N_A\text{: 아보가드로수},\quad N\text{: 알갱이수}$$

례제 1: 산소분자 9×10^{23}개는 몇mol인가?

$$n=\frac{N}{N_A}=\frac{9\times10^{23}}{6.02\times10^{23}\,\text{mol}^{-1}}\approx1.5\text{mol}$$

답. 1.5mol

례제 2: 산소기체 0.5mol에 들어있는 분자수는 얼마인가?

$$N=n\times N_A=0.5\text{mol}\times6.02\times10^{23}\,\text{mol}^{-1}\approx3\times10^{23}$$

답. 3×10^{23}개

어떤 물질이든지 물질량이 같으면 그속에 들어있는 알갱이수가 같다.

(?) 물 0.5mol속에 들어있는 분자수는 얼마인가?

몰질량(M)

물질의 분량을 물질량(n)으로 나타내는것이 좋기는 하지만 그것을 직접 측정하기는 힘들다.

만일 사탕가루봉지에서 사탕 1mol을 갈라내라고 하면 어떻게 하겠는가? 사탕 1mol은 사탕분자 6.02×10^{23}개이다. 사탕봉지에서 이 많은 수의 사탕분자를 하나하나 세여내는것도 힘든 일이지만 사탕분자를 일일이 갈라내는것은 더구나 불가능하다.

물질 1mol을 저울로 달수는 없겠는가? 저울로 달아서 잴수만 있다면 물질알갱이를 하나하나 세지 않아도 될것이다.

물질 1mol은 저울에 달수 있다.

례를 들어 탄소(흑연 혹은 숯) 1mol의 질량을 알아보자.

흑연을 이루고있는 탄소원자 1개의 질량은 약 2×10^{-23}g이다. 이 원자 6.02×10^{23}개 즉 탄소 1mol의 질량을 계산하면 $2\times10^{-23}\text{g}\times6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}\approx12\text{g/mol}$이다.

탄소 1mol의 질량은 12g이며 이것은 능히 저울로 달수 있다.

물질 1mol의 질량을 **몰질량**이라고 부른다.

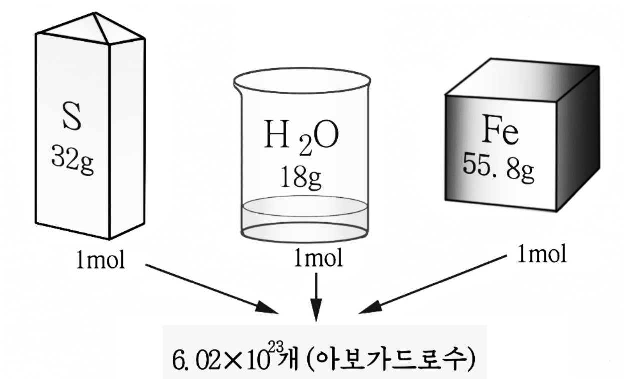


그림 2-21. 몰질량과 아보가드로수

질량을 기호 M으로 표시하며 그 단위는 g/mol이다.

몰질량과 아보가드로수와의 관계를 보면 몰질량은 물질의 종류에 따라 다르지만 그속에 들어있는 알갱이수는 모두 같다.(그림 2-21)

례제: 물분자 1개의 질량은 약 3×10^{-23}g이다. 물의 몰질량은 얼마인가?

풀이. $3\times10^{-23}\text{g}\times6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}\approx18\text{g/mol}$

답. 18g/mol

물질의 몰질량(M)은 언제나 그 물질의 화학식량에 g/mol단위를

덧붙인 값이다.

산소 O_2의 화학식량이 32이므로 그것의 몰질량은 32g/mol이고 소금 NaCl의 화학식량이 58.5이므로 그것의 몰질량은 58.5g/mol이다.

? 질소 N_2과 이산화탄소 CO_2의 몰질량은 얼마인가?

? 물질량(n)과 몰질량(M)을 왜 쓰는가?

참 고 **원자의 몰질량**

화학에서는 물질의 몰질량만 쓰는것이 아니라 원자의 몰질량도 쓴다. 원자의 몰질량은 그 원소의 원자 6.02×10^{23}개의 질량이다.

례를 들어 산소원자의 몰질량은 16g/mol이고 수소원자의 몰질량은 1g/mol이다.

물질의 몰질량은 그 물질을 이루고있는 원자들의 몰질량합과 같다.

례를 들어 물의 몰질량 18g/mol은 산소원자의 몰질량 16g/mol에 수소원자의 몰질량 1g/mol의 2배를 합한것과 같다.

몰질량(M)이 물질 1mol당 질량이므로 간단히 다음과 같은 식으로 나타낼수 있다.

$$M=\frac{m}{n}$$

m: 물질의 질량
n: 물질량

이 식에서 보는바와 같이 몰질량은 물질의 질량을 물질량으로 나눈 값이다. 이 식을 리용하여 물질량을 쉽게 계산할수 있다.

례제: 물 27g은 몇mol인가?

풀이. $$n=\frac{m}{M}=\frac{27\text{g}}{18\text{g/mol}}=1.5\text{mol}$$

답. 1.5mol

참고 물질알갱이 1개의 질량을 알고 물질량을 계산하는 식

몰질량(M)은 아보가드로수(N_A)만 한 알갱이의 질량이므로 물질알갱이 1개의 질량(m_f)만 알면 쉽게 다음의 식에 의하여 계산할수 있다.

$$M = m_f \times N_A$$

이 식을 리용하여 원자나 분자 1개의 질량을 계산할수도 있다.

문 제

1. 산소 14g, 물 36g에는 각각 몇개의 분자가 들어있겠는가?
(**답.** 2.6×10^{23}개, 12.0×10^{23}개)

2. 수소와 산소, 이산화탄소기체가 10g씩 있다. 이것들의 물질량은 각각 몇mol씩인가?(**답.** 5mol, 0.3mol, 0.2mol)

3. 기체인 H_2, O_2, N_2, CO_2이 0.5mol씩 있다. 이 기체들의 분자수와 질량을 계산하고 비교하여라.

4. 다음의 빈자리에 알맞는 답을 써넣어라.

ㄱ) 수소분자 1.5×10^{23}개는 (　)mol이다.

ㄴ) 아연덩어리의 (　)g은 24.08×10^{23}개이다.

ㄷ) 소금결정에서 (　)의 개수는 3.01×10^{23}이며 이것은 (　)g 이다.

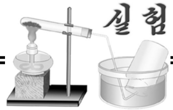
제7절. 질량보존의 법칙

화학반응(화학변화)이 일어날 때 반응하기 전과 반응한 후에 물질들의 질량에서는 변화가 없겠는가?

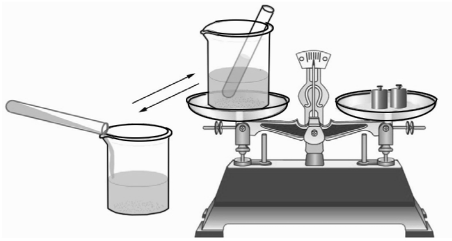
침전물이 생기는 반응에서의 질량

염화바리움($BaCl_2$)용액에 묽은 류산(H_2SO_4)을 반응시키면 류산바리움($BaSO_4$)의 흰 침전물이 생긴다. 이때 반응전과 반응후에 질량에

서 어떤 변화가 생기는가를 보자.



류산바리움이 생기는 반응에서의 질량



① 염화바리움용액을 담은 비커와 묽은 류산을 담은 시험관의 질량을 합쳐서 잰다.

② 두 용액을 반응시켜 침전물이 생기는것을 본다.

③ 반응이 끝난 후 전체 질량을 다시 잰다. 질량에서 변화가 있는가?

실험에서 반응하기 전 두 용액의 질량합과 반응이 일어난 후 흰 침전물과 용액의 질량합은 꼭 같다.

침전물이 생기는 다른 화학반응들에서도 반응전과 반응후의 물질들의 질량은 꼭 같다.

기체가 생기는 반응에서의 질량

석회석($CaCO_3$)에 염산(HCl)을 반응시키면 기체인 이산화탄소(CO_2)가 생긴다.

병안에 몇개의 석회석덩어리와 염산이 들어있는 시험관을 넣고 병아구리에는 고무주머니를 씌워 잘 비끄러맨 다음 전체 질량을 재여본다.

다음 염산을 기울여서 쏟아지게 하면 반응이 일어나면서 기체가 생겨 고무주머니가 불어난다.

고무주머니가 불어난 후 병의 전체 질량을 다시 재여보면 반응하기 전 물질들의 전체 질량과 반응이 끝난 후 생긴 물질들의 전체 질량에서는 변화가 없다.(그림 2-22)

기체가 생기는 다른 반응들에서도 반응전과 반응후의 물질들의 질량은 꼭 같다.

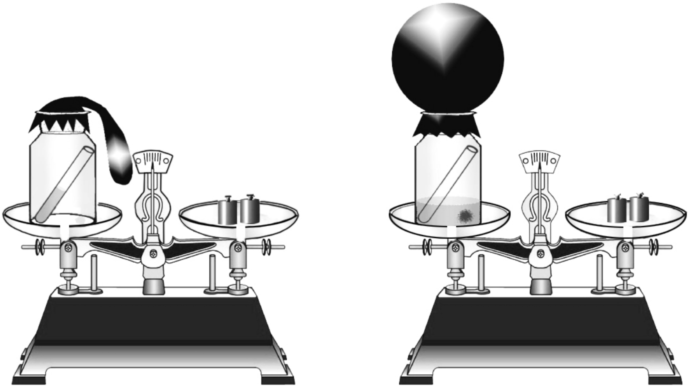


그림 2-22. 이산화탄소가 생기는 반응에서의 질량

화학반응에서 반응물들의 질량의 합과 생성물들의 질량의 합은 같다. 이것을 **질량보존의 법칙**이라고 부른다.

? 산화수은(HgO) 21.7g을 열주어 분해시켰더니 수은(Hg)이 20.1g 생겼다. 산소(O_2)가 얼마나 생겼겠는가?

화학반응에서 물질은 변하지만 그 질량은 변함없이 그대로 보존된다. 왜 그런가를 동과 류황의 화학반응을 통하여 보기로 하자.

동과 류황의 화학반응에서는 동원자들과 류황원자들이 결합하여 류화동이 생긴다.

화학반응과정에 동원자들이나 류황원자들은 없어지지도 않고 새로 생겨나지도 않는다. 다만 이 원자들이 결합하여 화합물인 류화동이 생겼을뿐이다. 이 반응에서는 동원자와 류황원자들이 그대로 보존되기때문에 반응전과 반응후에 물질들의 질량도 그대로 보존된다.

다른 화학반응들에서도 반응전과 반응후에 물질들의 질량이 보존되는것은 물질을 이루고있는 원자들이 그대로 보존되기때문이다.

화학반응에서는 원자들의 종류와 원자개수가 보존된다.

? 수소와 산소가 결합하여 물이 만들어지는 반응에서 원자들의 종류와 원자개수가 어떻게 되겠는가?

문 제

1. 마그네시움을 연소시키면 흰 가루물질인 산화마그네시움(MgO)이 생긴다. 이 물질은 마그네시움보다 질량이 크겠는가 작겠는가? 왜 그런가?

2. 탄산수소나트리움($NaHCO_3$) 16.8g을 열주어 분해시켰더니 수증기와 이산화탄소가 날아나고 남아있는 탄산나트리움(Na_2CO_3)은 10.6g이였다. 날아난 이산화탄소와 수증기는 몇g이겠는가?(**답.** 4.4g, 1.8g)

3. 산화칼시움(CaO) 7g을 얻으려면 탄산칼시움($CaCO_3$) 몇g을 분해시켜야 하겠는가?(**답.** 12.5g)

4. 초를 연소시키면 이산화탄소와 수증기가 생긴다. 한자루의 초를 다 연소시켰을 때 생긴 기체를 전부 모으면 그 질량이 초의 처음질량보다 크겠는가 작겠는가? 그 리유를 설명하여라.

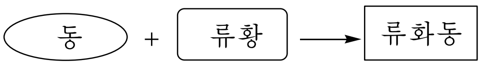
제8절. 화학방정식

지금까지 우리는 화학반응을 물질의 이름을 적는 방법으로 나타내였다.

물질의 이름대신 화학식을 리용하면 화학반응도 간단히 나타낼수 있다.

화학반응을 화학식으로 나타낸 방정식을 **화학방정식**이라고 부른다.

앞에서 본 동과 류황과의 화학반응을 실례로 보자.



반응물인 동의 화학식은 Cu이고 류황의 화학식은 S이다. 그리고 생성물인 류화동의 화학식은 CuS이다. 물질들의 이름대신에 화학식으로 나타내면

$$Cu + S = CuS$$

로 된다.

화학방정식을 어떻게 세우는가

수소(H_2)와 산소(O_2)가 화합하여 물(H_2O)이 생기는 반응을 모형으로 나타내면 그림 2-23과 같다.

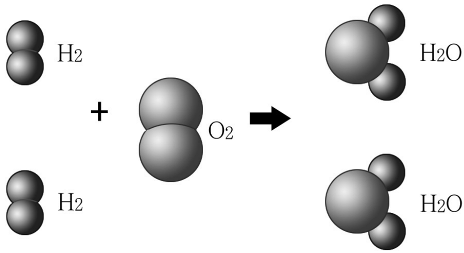


그림 2-23. 물이 생기는 반응의 모형

그림에서 볼수 있는것처럼 수소와 산소가 화합하여 물이 생기는 반응은 언제나 두 분자의 수소와 한 분자의 산소가 반응하여 두 분자의 물이 생겨난다. 이 반응을 화학방정식으로 나타내면 다음과 같다.

$$H_2 + H_2 + O_2 \rightarrow H_2O + H_2O$$

이것을 간단히

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

로 나타낸다.

여기서 화학식앞에 쓴 수자를 **결수**라고 부른다. 결수 1은 쓰지 않는다.

결국 화학방정식은 결수와 화학식, 《+》부호와 《=》부호를 써서 표시한다.

화학방정식을 세우는 순서는 다음과 같다.

① 반응물의 화학식을 《+》부호로 이어서 왼쪽에 쓰고 생성물의 화학식을 오른쪽에 쓴 다음 량쪽을 《→》부호로 잇는다.

$$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$$

② 반응물과 생성물에서 매 원소의 원자개수가 같아지도록 화학식앞에 결수를 맞추고 량쪽을 《=》부호로 잇는다.

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

화학방정식의 의미

① 반응물과 생성물이 각각 어떤 물질들인가를 나타낸다.

② 주어진 물질들이 얼마씩 반응하여 새로운 물질이 얼마나 생기는가를 나타낸다.

화학방정식의 결수를 맞추는것은 반응물과 생성물에서의 원자개수

가 그대로 보존되기때문이다. 다시말하여 화학반응에서 질량보존의 법칙이 성립하기때문이다.

참 고 — **결수는 물질이 몇mol인가를 나타낸다**

화학방정식에서 결수는 반응물과 생성물의 알갱이수 즉 그 물질이 몇 mol인가를 나타낸다.

	$2H_2$	+	O_2	=	$2H_2O$
알갱이수:	$2\times6.02\times10^{23}$		6.02×10^{23}		$2\times6.02\times10^{23}$
물질량:	2mol		1mol		2mol

우의 반응은 수소 2mol과 산소 1mol이 반응하여 물 2mol이 생긴다는것을 나타낸다.

ⓘ 화학식에서의 밑수와 화학방정식에서의 결수는 어떻게 다른가?

주의

물질의 화학식과 부호들을 써서 제 마음대로 화학방정식을 써놓아서는 안된다. 화학방정식은 물질들사이에 실지로 일어난 화학반응을 나타낸것이다.

문 제

1. 다음의 변화들가운데서 화학변화를 찾고 화학방정식으로 나타내여라.

   ㄱ) 물방울이 얼음으로 변한다.

   ㄴ) 산화동가루를 물속에 넣어 휘저어준다.

   ㄷ) 숯을 연소하면 열과 빛이 난다.

2. 다음의 □안에 알맞는것을 써넣어라.

   ㄱ) □ $+O_2=CO_2$ ㄴ) N_2+ □$H_2=$ □NH_3

3. 다음 반응의 화학방정식을 완성하고 단순물과 화합물을 지적하여라.

ㄱ) □$Zn + O_2 =$ □ZnO　　ㄴ) □$Al +$ □$O_2 =$ □Al_2O_3

ㄷ) □$HgO =$ □$Hg + O_2$　　ㄹ) □$K + Br_2 =$ □KBr

4. 화학방정식은 (　　)의 순서대로 세운다.

① 반응물과 생성물에서 매 원소의 원자개수가 같아지도록 화학식 앞에 결수를 맞춘다.

② 오른쪽에 생성물의 화학식을 쓴다.

③ 왼쪽에 반응물의 화학식을 쓰고 《+》부호로 이어놓는다.

④ 《→》부호를 《=》부호로 바꾼다.

⑤ 량쪽을 《→》부호로 잇는다.

ㄱ) ① → ② → ③ → ④ → ⑤

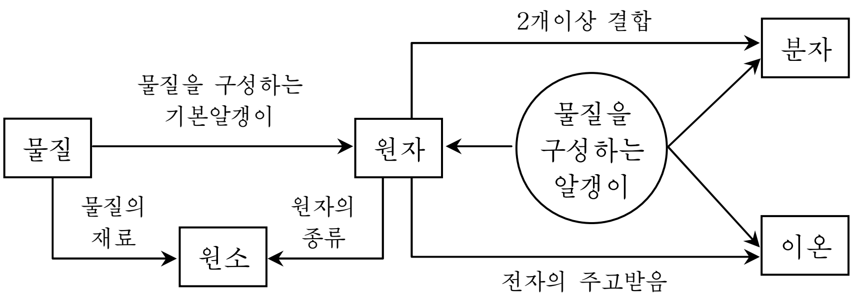
ㄴ) ② → ③ → ① → ⑤ → ④

ㄷ) ③ → ② → ⑤ → ① → ④

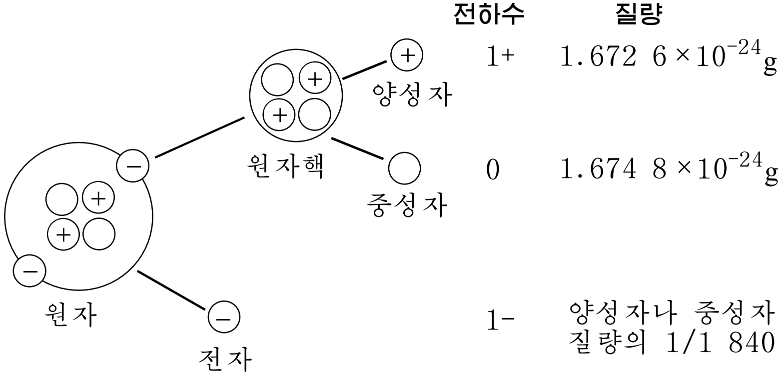
ㄹ) ② → ④ → ⑤ → ① → ③

장 종 합

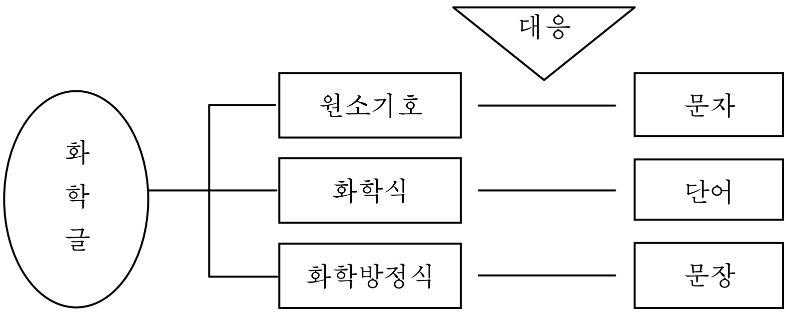
① 물질은 원자, 분자, 이온으로 구성되여있다.



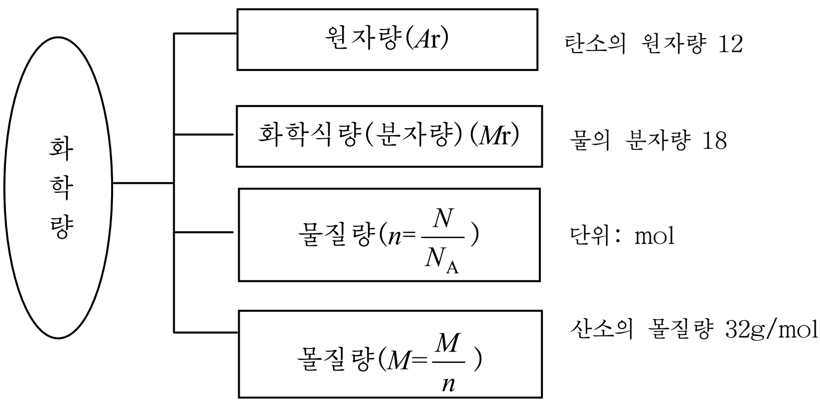
② 원자는 원자핵과 전자로 되여있다.



③ 화학글에는 원소기호와 화학식, 화학방정식이 있다.



④ 화학량과 그것들사이의 관계는 다음과 같다.



복습문제

1. 원자에 대한 다음의 설명에서 정확한것을 찾아라. 왜 그런가?

ㄱ) 물질을 구성하고있는 가장 작은 알갱이

ㄴ) 더는 쪼갤수 없는 알갱이

ㄷ) 화학변화과정에서 변하지 않는 알갱이

ㄹ) 물질의 화학성질을 가지고있는 알갱이

ㅁ) 분자와 이온을 만드는 알갱이

2. 아래의것들가운데서 물질을 구성하는 알갱이들은 ( )이다.

ㄱ) 원자, 분자, 중성자

ㄴ) 원자, 전자, 이온

ㄷ) 원자핵과 전자

ㄹ) 원자, 분자, 이온

3. 다음 문장들가운데서 옳은것과 틀린것을 가르고 그 리유를 밝혀라.

ㄱ) 분자는 물질을 구성하고있는 알갱이이다.

ㄴ) 분자는 물질의 물리성질을 가지고있는 알갱이이다.

ㄷ) 이온은 물질을 구성하는 알갱이이다.

ㄹ) 이온은 단순물을 구성하는 알갱이이다.

ㅁ) 원자는 화합물을 구성하는 알갱이이다.

4. ( )안에 알맞는 말을 넣어라.

ㄱ) 원자는 ( )도 작고 ( )도 매우 작다. 이 량들을 서로 비교하기는 불편하다. 그러므로 원자의 ( )을 ( )이라는 원자의 상대질량을 나타내는 수값으로 나타낸다.

ㄴ) 물분자는 수소분자보다 ( )배 무겁고 류산분자는 49배 무겁다. ( )분자는 ( )분자보다 5.4배 무겁다.

ㄷ) 류산분자는 수소분자보다 49배 무겁다. 수소의 원자량은 1이

ㄷ. 류산의 분자량은 (   )이다.

ㄹ) 염소분자는 산소분자보다 약 (   )배 무겁다.(염소의 원자량은 35.5이다.)

5. 마그네시움의 원자량은 24.31이다. 마그네시움원자 1개의 질량은 산소원자 1개의 질량의 몇배나 되는가?(**답**. 1.52배)

6. 산화동 CuO의 화학식량은 (   )이다. 정확한것을 골라내여라.

ㄱ) 64×0+16×0=0 ㄴ) 64×1+16×1=80

ㄷ) 64+1=65 ㄹ) 1+1=2 ㅁ) 1+16=17

7. 공기속에서 철은 녹쓴다. 이 과정은 분해인가 화합인가? 화학방정식을 쓰고 설명하여라.

8. 질량보존의 법칙이 성립하는 원인을 정확히 밝힌것은 (   )이다.

ㄱ) 반응전과 반응후에 매 물질의 질량이 변하지 않는다.

ㄴ) 물질을 이루는 원자들이 그대로 보존된다.

ㄷ) 물질이 달라지지 않기때문이다.

ㄹ) 물질의 모임상태가 변하지 않는다.

9. 다음의 변화를 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 석회석이 분해되여 이산화탄소와 산화칼시움이 생긴다.

ㄴ) 산화수은이 분해되여 수은과 산소가 생긴다.

ㄷ) 수소와 산소로부터 물이 생긴다.

ㄹ) 탄소와 산소로부터 이산화탄소가 생긴다.

10. 다음의 □안에 알맞는것을 써넣어라.

ㄱ) Cu + □ = CuS ㄴ) □Al + □ = □Al_2O_3

ㄷ) □ + O_2 = CO_2 ㄹ) □ + O_2 = □H_2O

ㅁ) □ = □Hg + O_2 ㅂ) □Cu + □ = □CuO

ㅅ) □P + □ = □P_2O_5 ㅇ) □Zn + O_2 = □

제3장. 산소와 수소

산소와 수소는 지구와 우주공간에 널리 퍼져있으며 사람들의 생활과 떼여놓고 생각할수 없는 귀중한 물질이다. 이것은 화학물질을 만드는데서 중요하다.

산소원소와 수소원소는 동식물체를 이루는 기본원소들중의 하나이다.

이 장에서는 산소와 수소가 어떤 성질을 가지고있으며 어디에 리용되는가, 산화반응이란 무엇이며 산화물의 화학식을 어떻게 세우는가, 화학식에 의하여 무엇을 알수 있으며 어떤 계산을 할수 있는가에 대하여 배우게 된다.

제1절. 생명의 기체 - 산소

자연계에서 산소의 존재

Ⓘ 산소원소는 공기속에 어떤 상태로 존재하는가?

산소는 지구겉면을 이루는 모든 원소들가운데서 가장 많은 원소이다. 산소원소는 화합물상태로 물에 89%, 모래에 53%, 진흙에 56% 그리고 동식물의 몸에도 들어있다. 사람의 몸안에는 산소원소가 65% 들어있다.

이와 같이 산소는 단순물 또는 화합물형태로 자연계에 널리 퍼져있다.

산소원소로 이루어지는 물질들가운데서 산소기체는 가장 간단한 단순물이다.

참고 산소의 발견

18세기초까지만 하여도 학자들은 공기가 2개의 성분으로 이루어진 혼합물이라는것은 인정하고있었으나 그것이 무엇인지는 모르고있었다.

스웨리예의 화학자 쉘레는 약방에서 견습공으로 있으면서 쌓은 경험을 가지고 《종처에서 고름을 빨아내듯이 공기속의 어느 한 물질을 흡수할수 있을것》이라고 생각하고 철가루에 물을 적셔 병안에 넣어 밀봉하였다. 4개월이 지나서 물속에서 거꾸로 세우고 병마개를 열었더니 공기의 체적이 1/5만큼 줄어드는것을 발견하였다. 또한 그는 밀페된 플라스크에 흰린을 넣고 열을 주는 방법으로 불태웠을 때에도 공기는 불탈 때 없어진 1/5과 남아있는 4/5로 되여있다는 결론에 도달하였다. 남아있는 4/5의 기체에 불붙는 숯덩어리를 넣었을 때에는 인차 꺼져버렸지만 1/5의 기체에 불을 단 양초를 넣었을 때에는 불길이 더 밝아졌다. 1772년 쉘레는 그것을 《불의 공기》라고 이름지었으나 인쇄가 늦어져 1777년에야 《공기와 불에 대한 과학적론증》이라는 글이 출판됨으로써 그는 첫 산소발견자의 영예를 지니지 못하였다.

한편 영국의 화학자 프리스틀리는 수은을 공기속에서 가열하여 감색의 산화수은을 얻은 다음 유리그릇에 넣고 렌즈로 태양열을 모아 가열하여 수은우에 기체가 모이는것을 발견하였다. 그는 이 기체속에 빨갛게 단 목탄, 쇠줄을 넣었을 때 세차게 불타는것을 발견하였으며 쥐가 이 기체를 호흡한다는것도 알았다. 그는 1774년 8월 1일 이것을 공개하여 산소발견자의 영예를 지니게 되였다.

물리성질

공기는 색, 냄새, 맛이 없다.

공기의 성분인 산소가 색, 냄새, 맛을 가지겠는가.

산소는 색, 냄새, 맛이 없는 기체이며 공기보다 조금 무겁다. 공기 1L는 1.29g이지만 산소 1L는 1.43g이

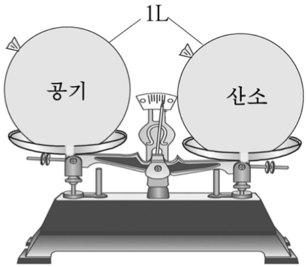


그림 3-1. 산소와 공기의 질량비교

다.(그림 3-1)

산소는 보통온도에서 1L의 물에 0.031L정도 풀린다.

(?) 물을 갈아주지 않은 어항속의 금붕어가 자주 물면으로 올라오는것은 무엇때문인가?

산소는 보통조건에서 기체이지만 -183℃에 이르면 푸른색을 띤 액체로 된다.

※ 높은 대기층에는 3개의 산소원자로 이루어진 오존 O_3이 층을 이루고있다. 오존층은 자외선의 지나친 쪼임으로부터 지구생태환경을 보호하는데서 매우 중요한 역할을 하고있다. 사람들이 자외선을 지나치게 쪼이면 피부점막에 염증을 일으키고 피부암에 걸리게 되며 동식물의 성장에도 지장을 준다.

만들기

공장에서는 산소분리기로 공기를 액화시켜 산소를 갈라낸다.(질소의 끓음점은 -196℃이고 산소의 끓음점은 -183℃이므로 질소는 산소보다 더 낮은 온도에서 액체로 된다. 그림 3-2)

경애하는 수령 **김일성**대원수님과 위대한 령도자 **김정일**원수님의 현명한 령도를 받들고 우리의 로동계급과 과학자, 기술자들은 자력갱생의 혁명정신을 높이 발휘하여 세계적으로 몇개 나라밖에 만들지 못하는 대형산소분리기를 만들어냄으로써 우리 나라 자립적민족경제의 위력을 온 세상에 과시하였다.

공장에서는 생산된 산소를 산소탕크에 넣었다가 쓴다. 산소는 강철병에 넣어 나르기도 한다.(그림 3-3)

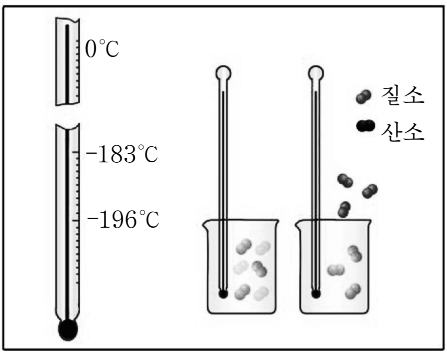


그림 3-2. 끓음점이 낮은 액체질소가 먼저 기체로 날아나온다

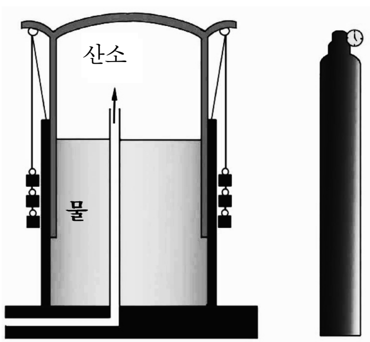


그림 3-3. 산소탕크와 강철병

실험실에서는 염소산칼리움을 분해시켜 산소를 만든다. (그림 3-4)

$$\underset{\text{염소산칼리움}}{2KClO_3} \xrightarrow[\text{열}]{MnO_2} \underset{\text{염화칼리움}}{2KCl} + \underset{\text{산소}}{3O_2}$$

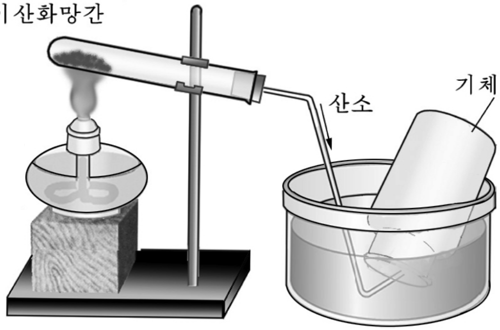


그림 3-4. 산소의 만들기

염소산칼리움 $KClO_3$에 이산화망간 MnO_2을 조금 섞은것을 시험관에 넣고 열을 준다. 이 반응에서 생기는 산소가 물에 적게 용해되는 성질을 리용하여 물을 몰아내는 방법으로 산소를 모은다.

이산화망간은 반응과정에 없어지지 않고 그대로 남아있으면서 염소산칼리움이 더 잘 분해되도록 한다.

화학반응에서 물질자체는 변하지 않으면서 반응을 빠르게(또는 느리게) 하는 물질을 **촉매**라고 부른다.

문 제

1. □안에 알맞는 단어를 넣고 그 리유를 설명하여라.

실험실에서는 염소산칼리움으로 산소를 만든다. 이것은 □변화이다.

공장에서는 공기속에서 산소를 갈라낸다. 이것은 □변화이다.

2. 다음 물음에 대답하여라.

ㄱ) 밀도로 보면 산소는 공기보다 얼마나 무거운가?

ㄴ) 질소보다 무거운 산소가 밑으로 가라앉지 않고 왜 공기속에 골고루 섞여있는가?

3. □안에 알맞는 말을 넣어라.

실험실에서 산소를 만들 때 □방법으로 산소를 포집할수도 있고 □

방법으로 산소를 포집할수도 있다.

기체를 모아두는 병에 산소를 담아놓을 때 병우에 □을 수평으로 놓아야 한다.

제2절. 기체의 몰체적

길이가 약 28cm인 바른6면체속에 들어있는 산소분자 6.02×10^{23}개의 질량은 32g이다. 이만한 체적의 산소기체를 저울로 달자면 공기뜰힘의 영향으로 질량을 정확히 잴수 없다. 그것은 사람이 강물이나 목욕탕의 물탕크속에 들어가면 가벼워지는것과 마찬가지이다. 그러므로 기체를 저울로 달아 그것의 질량을 나타내기보다 체적으로 나타내는것이 편리하다.

기체 1mol의 체적을 **몰체적**이라고 부른다.

이것을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$V_\mathrm{m}=\frac{V}{n}$$

여기서 V_m: 기체의 몰체적, V: 주어진 기체의 체적

이로부터 몰체적의 단위는 L/mol이다.

ⓘ 공기가 들어있는 고무공에 열을 주면 어떤 변화가 일어나는가?

기체는 온도와 압력에 따라 체적이 변하기때문에 기체의 체적을 말할 때에는 표준으로 삼아야 할 온도와 압력이 정해져야 한다.

그러면 표준조건(0℃, 0.1MPa)에서 기체의 몰체적은 얼마인가?

표준조건에서 기체 1mol의 체적을 측정한 결과 22.4L이다.

기체의 몰체적을 밀도를 나타내는 식 $\rho=\frac{m}{V}$ 으로부터 계산해보자.

웃식으로부터 $V=\frac{m}{\rho}$ 이다. 여기서 체적 V를 몰체적 V_m으로, 질량 m을 몰질량 M으로 나타내면 몰체적 $V_\mathrm{m}=\frac{M}{\rho}$ 이다.

이 식으로부터 기체의 몰체적을 계산하면 다음과 같다.

산소의 몰체적은 $V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{32.0\text{g/mol}}{1.43\text{g/L}} = 22.4\text{L/mol}$

질소의 몰체적은 $V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{28.01\text{g/mol}}{1.25\text{g/L}} = 22.4\text{L/mol}$

수소의 몰체적은 $V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{2.016\text{g/mol}}{0.09\text{g/L}} = 22.4\text{L/mol}$

표준조건에서 모든 기체의 몰체적은 22.4L/mol이다. 어느 물질이나 기체 1mol은 알갱이수가 6.02×10^{23} 개씩이며 그것이 차지하는 체적은 같다.(그림 3-5)

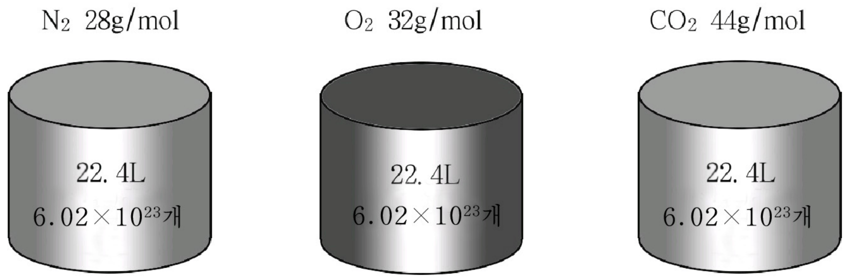


그림 3-5. 모든 기체의 같은 체적안에는 같은 수의 분자가 들어있다

기체의 몰체적은 온도와 압력에 따라 달라진다.

온도와 압력이 같은 조건에서 모든 기체의 같은 체적안에는 같은 수의 분자가 들어있다. 이것이 **아보가드로법칙**이다.

ⓘ 고체나 액체에서도 1mol의 체적이 같겠는가?

기체의 몰체적을 리용하면 기체와 관련한 여러가지 화학계산을 할 수 있다.

ㄱ) 표준조건에서 기체의 체적을 계산할수 있다.

례제: 기체 0.25mol은 표준조건에서 몇L인가?

풀이. $V_m = \frac{V}{n}$ 로부터

$V = n \cdot V_m = 0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$ **답.** 5.6L

ㄴ) 기체의 물질량을 계산할수 있다.

례제: 표준조건에서 체적이 44.8L인 산소기체의 물질량은 얼마인가?

풀이. $V_m = \frac{V}{n}$ 이므로 $n = \frac{V}{V_m} = \frac{44.8\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 2\text{mol}$ **답.** 2mol

ㄷ) 기체의 질량을 계산할수 있다.

례제: 표준조건에서 체적이 2.8L인 산소가 있다. 산소의 질량은 얼마인가?

풀이. $M=\frac{m}{n}$ 와 $V_{\mathrm{m}}=\frac{V}{n}$ 로부터

$$m=M\cdot n=M\cdot\frac{V}{V_{\mathrm{m}}}=\frac{32\mathrm{g/mol}\cdot 2.8\mathrm{L}}{22.4\mathrm{L/mol}}=4\mathrm{g}$$

답. 4g

ㄹ) 표준조건에서 기체의 밀도를 계산할수 있다.

례제: 표준조건에서 수소의 밀도는 얼마인가?

풀이. $V_{\mathrm{m}}=\frac{M}{\rho}$ 으로부터 $\rho=\frac{M}{V_{\mathrm{m}}}=\frac{2.016\mathrm{g/mol}}{22.4\mathrm{L/mol}}=0.09\mathrm{g/L}$

답. 0.09g/L

문 제

1. 표준조건에서 89.6L의 산소기체를 강철통에 넣었다. 강철통에 들어있는 산소의 물질량, 질량, 분자수를 계산하여라. (**답.** n=4mol, m=128g, N=2.4×10^{24}개)

2. 어떤 기체 56g이 있다. 표준조건에서의 밀도가 1.96g/L라는것을 알고 이 기체의 물질량과 몰질량을 계산하여라. (**답.** n=1.27mol, M=44g/mol)

3. 질소분자가 1.5×10^{22}개 있다. 이것의 물질량, 질량, 표준조건에서의 체적, 밀도를 계산하여라. (**답.** n=0.025mol, m=0.7g, V=0.56L, ρ=1.25g/L)

4. 표준조건에서 염소 200L의 물질량, 질량, 분자수는 얼마인가?
(**답.** n=8.92mol, m=633.12g, $N=53.7\times10^{23}$ 개)

5. 표준조건에서 일산화탄소 CO 7g의 체적, 물질량, 분자수는 얼마인가? (**답.** V=5.6L, n=0.25mol, $N=1.505\times10^{23}$ 개)

6. 산소분자가 1.5×10^{22}개 있다. 이것의 물질량, 질량, 표준조건에서의 체적, 밀도를 계산하여라. (**답.** n=0.025mol, m=0.8g, V=0.56L, ρ=1.43g/L)

제3절. 산소는 여러가지 물질들과 반응한다

산소의 화학성질

산소는 어떤 물질들과 반응하는가.



산소의 화학성질

① 불티가 있는 숯덩어리를 연소숟가락에 담아 산소가 들어있는 병에 넣어본다. 어떻게 되는가?

② 숯불이 꺼지면 연소숟가락을 꺼내고 병에 석회수를 넣고 흔든다. 어떤 현상이 일어나는가?

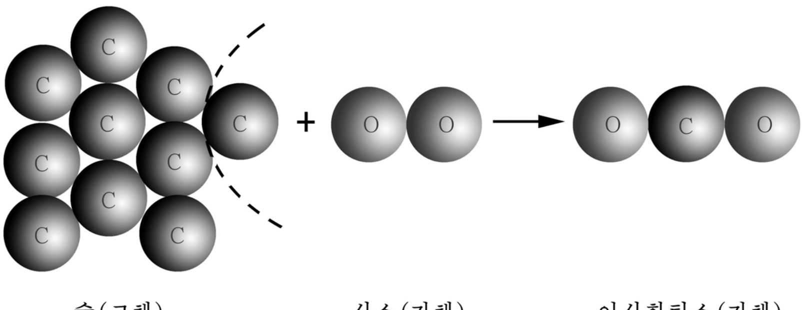


③ 매우 가는 쇠줄을 타래지어 감고 끝에 성냥가치를 끼운 다음 불을 붙인다.

불티만 남았을 때 산소가 들어있는 병에 드리운다. 어떤 현상이 일어나는가?

공기속에서 불길없이 빨갛게 연소되던 숯이 산소속에서는 불길을 일으키면서 연소된다.(그림 3-6)

$$C + O_2 = CO_2$$



숯(고체) 산소(기체) 이산화탄소(기체)

그림 3-6. 숯이 불타는 반응의 모형

산소속에서는 철도 세차게 불탄다. 이때 산화철 Fe_2O_3이 생기면서 열이 나고 밝은 불티가 날린다.

ⓘ 산소속에서 철이 불타는 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

철과 산소가 각각 몇mol 반응하여 몇mol의 산화철이 생기는가? 이 반응에서 생기는 밝은 불티는 무엇인가?

산소는 다른 단순물과도 반응하면서 많은 열과 빛을 내보낸다.

산소는 화합물과도 반응한다.

산소는 화합물인 일산화탄소(CO)를 연소시킨다.

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

용도(그림 3-7)

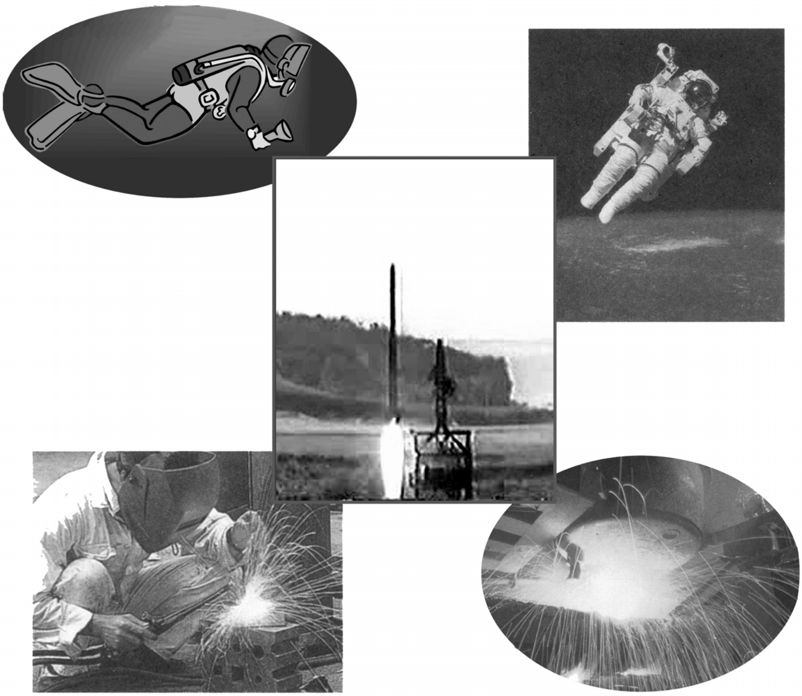


그림 3-7. 산소의 용도

산소는 숨쉬기에 리용된다.

(?) 비행사나 잠수부들에게 산소통이 따로 있는것은 무엇때문인가?

산소는 높은 온도를 얻는데 쓴다.

강철을 만들 때 강철로에 산소를 불어넣는다. 이렇게 되면 산소를 불어넣지 않을 때보다 같은 시간에 더 많은 강철을 만들수 있고 전기나 연료를 절약할수 있다.

산소는 산소-아세틸렌용접에 쓴다. 산소-아세틸렌불길의 온도는 3 000℃까지 오르므로 이 불길로 철판이나 철제품을 녹여 자를수도 있고 붙일수도 있다.

산소는 연료를 연소시키는데도 쓰이며 물질을 만드는 원료로도 쓰인다.

문 제

1. 3개의 병에 산소, 이산화탄소, 공기가 들어있다. 이것들을 서로 어떻게 갈라내겠는가?

2. 다음 문장에서 옳은것과 틀린것을 밝히고 고쳐써라.

ㄱ) 산소는 물에 잘 용해되므로 물속에서 모을수 없다.

ㄴ) 산소는 다른 물질들과 잘 반응한다.

ㄷ) 산소속에서는 불이 인차 꺼진다.

ㄹ) 가는 철선이 산소속에서 연소된 후 생성물의 질량은 가는 철선의 질량보다 크다. 때문에 이 반응은 질량보존의 법칙에 맞지 않는다.

3. 아래 반응의 화학방정식을 써라.

ㄱ) 류황이 공기속에서 연소되여 이산화류황 SO_2이 생겼다.

ㄴ) 콕스(탄소가 기본성분물질이다.)가 불타면 이산화탄소가 생긴다.

ㄷ) 불그스름한 동이 공기속에서 검은색의 산화동 CuO로 변하였다.

4. 3번의 ㄱ), ㄴ)화학반응에서 이산화류황과 이산화탄소가 각각 5.6L 생겼다면(표준조건) 물질량과 질량은 얼마씩인가?

(**답.** n=0.25mol, SO_2의 질량 16g, CO_2의 질량 11g)

제4절. 산화반응과 산화물

산화반응

물질이 산소와 결합하는 반응을 **산화반응**(또는 **산화**)이라고 부르며 이때 그 물질은 산화되였다고 말한다.

산화반응이 일어날 때에는 대체로 열이 난다.

산화반응에는 탄이 연소되는것처럼 빨리 산화(빠른산화)되는것도 있고 철이 녹쓰는것처럼 느리게 산화(느린산화)되는것도 있다.(그림 3-8)

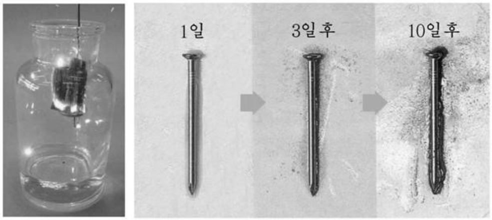


그림 3-8. 빠른산화와 느린산화

산화에는 리로운것도 있고 해로운것도 있다.

어떤 산화가 리로운가.

부식토가 썩을 때 느린산화가 일어나면서 열이 난다.

우리 몸안에서도 느린산화가 일어난다. 흡수된 영양물질은 들이쉰 공기속의 산소에 의하여 느리게 산화되면서 열을 낸다. 이것은 우리 몸을 항상 따뜻하게 해주며 사람들이 운동하는데 필요한 에네르기를 보장해준다.(그림 3-9)

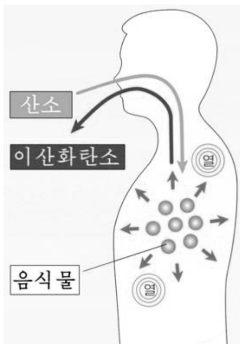


그림 3-9. 몸안에서의 산화

어떤 산화가 해로운가.

철길밑에 깔아놓은 침목은 산소에 의한 느린 산화반응으로 하여 점차 못쓰게 된다.

철로 만든 제품들도 습기가 있는데서 산소에 의하여 녹이 쓸어 못쓰게 된다.

Ⓠ 철제품에 녹이 쓸지 않게 하려면 어떻게 하여야 하는가를 아는대로 말해보아라.

산화물

산화반응이 일어나면 어떤 화합물이 생기겠는가.

탄소, 수소, 철이 산소와 반응하면 다음과 같은 화합물이 생긴다.

CO_2 이산화탄소

H_2O 물

Fe_2O_3 산화철

이와 같이 산소원소와 다른 한가지 원소만으로 이루어진 화합물을 **산화물**이라고 부른다.

? 탄산칼시움 $CaCO_3$, 가성소다 NaOH도 산화물인가?

산소는 거의 모든 단순물과 반응하여 산화물을 만든다.

산화물은 크게 금속산화물과 비금속산화물로 나눈다.

산소와 금속원소로 이루어진 산화물을 **금속산화물**, 산소와 비금속원소로 이루어진 산화물을 **비금속산화물**이라고 부른다.

금속산화물(례: Fe_2O_3, CuO 등)은 모두 고체이며 비금속산화물은 기체(례: CO_2)이거나 액체(례: H_2O), 고체(례: P_2O_5)이다.

산화물의 이름을 어떻게 부르는가.

산화물의 이름은 산화된 원소의 이름앞에 《산화》라는 말을 붙여 부른다.

례: MgO: 《산화》+《마그네시움》→산화마그네시움

ZnO: 《산화》+《아연》→산화아연

산소원자나 산화된 원소의 원자가 여러개일 때에는 원자의 개수(밑수)를 먼저 부른다.

례: NO_2: 이산화질소

P_2O_5: 오산화이린(오산화린)

일반적으로 산화물의 이름은 뒤에서부터 시작하여 앞으로 나가면서 원소이름앞에 밑수를 붙여 부른다.

연소

빠른산화반응에서는 열과 함께 빛을 내보낸다. 열과 빛을 내는 빠른산화반응을 **연소**(불타기)라고 부른다.

연소는 사람들의 생활에 많은 도움을 주고있다. 사람들은 물질이

연소될 때 나오는 열로 방을 덥히고 음식물을 끓이며 전기를 생산하여 조명으로 리용한다.

공장에서는 연소현상을 리용하여 철광석으로부터 철을 만들며 여러가지 제품을 생산한다.

물질이 연소되자면 어떤 조건이 마련되여야 하는가.

우선 물질이 연소되자면 불탈수 있는 물질이 있어야 한다.

ⓘ 앞에서 본 물질들가운데서 불탈수 있는 물질은 어떤것들인가?

열을 얻기 위하여 연소시키는 물질을 **연료**라고 부른다. 지금 많이 쓰이는 연료는 석탄, 원유, 나무 같은것들이다. 연료는 고체연료(석탄, 나무), 액체연료(석유, 휘발유 등), 기체연료(프로판가스, 천연가스)로 나눌수 있다.

물질이 연소되자면 또한 산소와 같은 불태우는 물질이 있어야 한다.



석유의 연소와 공기

① 석유등에 불을 달고 불길의 상태를 관찰한다.(ㄱ)

② 석유등의 심지를 길게 뽑아놓은 다음 불을 달았을 때 어떤 현상이 일어나는가를 본다.(ㄴ)

③ 심지가 적당히 올라와있는 석유등에 불을 달고 거기에 큰 비커를 씌운다. 불길이 어떻게 꺼지는가를 본다.(ㄷ)



ㄱ) ㄴ) ㄷ)

석유등의 심지의 높이가 적당하면 그을음없는 불길이 오르지만 심지를 돋구면 시커먼 그을음이 생긴다. 이것은 심지를 돋굴 때 석유는 많이 올라오지만 그에 비하여 산소가 부족하기때문이다. 이런 현상을 **불완전연소**라고 부른다.

석탄이 연소될 때 산소가 넉넉하면 **완전연소**되여 이산화탄소 CO_2이 생

기지만 산소가 모자라면 불완전연소되여 일산화탄소 CO가 생긴다.

$$C + O_2 = CO_2$$

$$2C + O_2 = 2CO$$

석유등불에 비커를 씌우면 불길이 점점 작아지다가 꺼진다. 이것은 비커안의 산소가 점점 없어지기때문이다. 공기속에 산소가 16%까지 적어지면 불길이 꺼진다.

물질이 연소되자면 또한 연소될수 있는 온도에 도달해야 한다.

에틸알콜은 약 500℃, 휘발유는 약 530℃에서 불붙지만 나무나 석탄은 더 높은 온도로 열을 주어야 연소된다.

물질이 연소되는데 필요한 가장 낮은 온도를 **발화온도**(발화점)라고 부른다.

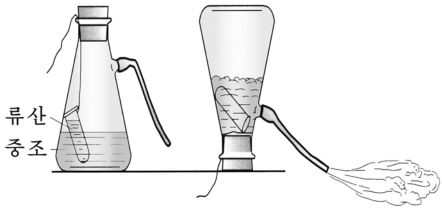


그림 3-10. 소화기의 원리

연소현상은 사람들에게 리로운 점도 있지만 막대한 손해를 주기도 한다. 화재가 바로 그렇다.

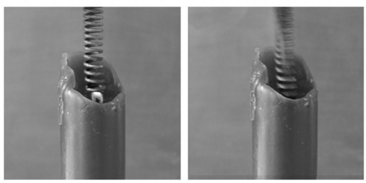
불을 끄는데 소화기를 쓴다.

소화기에는 보통 류산과 함께 중조가 들어있다. 소화기안의 유리암뿔이 깨여지면 그속에 들어있던 류산용액이 중조용액과 반응하여 이산화탄소가 생기는데 그것이 불붙는 물질을 덮어 불을 끈다.

탐구

초불이 왜 꺼졌을가요?

어떤 학생이 물질의 연소조건에 대한 지식을 더욱 공고히 하기 위하여 다음과 같은 실험을 해보았다.



한참 타던 초불에 동타래선을 가져갔더니 불이 꺼져버렸다.

(불이 왜 꺼졌을가?!… 연소조건을 만족시키지 못하였다는건데…)

물질이 연소되자면 어떤 조건들이 만족되여야 하는가를 잘 따져보고 다같이 불이 꺼진 원인을 밝혀보자요.

(?) 기름이 불탈 때에는 물을 뿌리지 않고 모래를 뿌리거나 젖은 담요같은것을 덮는다. 왜 그렇게 하는가?

참고 **나노재료**

나노재료는 21세기에 가장 주목되는 화학물질이다.

나노재료라는것은 나노기술로 설계되고 만들어진 재료이다. 다시말하면 그 크기가 수십~수백nm정도인 나노알갱이로 이루어진 재료이다.

인공적으로 나노재료를 만든 력사는 적어도 1 000여년전이다. 옛날 사람들은 초를 태워 수집한 탄소그을음을 먹의 원료로 썼고 착색물감으로도 썼다. 이것이 바로 최초의 나노재료였다.

※ 나노기술이란 한마디로말하여 나노메터크기의 물질알갱이를 다루는 기술이다. 다시말하여 나노메터의 크기를 가지는 미시세계를 인식하고 개조하며 원자와 분자를 직접 조종하여 인간의 의사와 요구에 따라 새로운 성질을 가지는 물질을 만들어내는 기술이다.

문 제

1. 다음 물질들가운데서 산화물을 찾아서 이름을 부르고 금속산화물, 비금속산화물을 갈라서 표시하여라.

CO_2, $Ca(OH)_2$, CuO, Na_2CO_3, MgO, SO_2, P_2O_5, HgO, $KClO_3$, ZnO

2. 다음 산화물들의 이름을 불러보아라.

CaO, CO, NO, NO_2, FeO, Fe_2O_3, Na_2O, P_2O_5, WO_3, MgO

3. 다음 반응들가운데서 산화반응을 찾고 화학방정식으로 나타내여라.

ㄱ) 산화수은이 분해되여 수은과 산소가 생긴다.

ㄴ) 류황이 연소된다.

ㄷ) 석탄이 연소된다.

ㄹ) 검은색의 산화동과 류산을 반응시켰더니 푸른색의 류산동용액이 생겼다.

4. 느린산화와 연소의 같은 점과 다른 점은 무엇인가?

5. 다음 산화물들의 물질량(n)은 얼마인가?

ㄱ) 2.8g의 산화칼시움 ㄴ) 2.8L의 이산화탄소 ㄷ) 15.5g의 산화나트리움

6. 산소에 의하여 연소되는 공기속의 두가지 기체는 무엇인가? 화학방정식으로 나타내여라.

제5절. 산화물의 화학식을 어떻게 세울것인가

산화수

자연현상을 정수와 부수로 나타내는것에는 어떤것들이 있는가.

장마철에 보통때보다 높아진 강물의 수위(물면의 높이)는 +1m, +3m 등으로 나타내고 가물철에 강물이 낮아진 정도는 -1m, -2m 등으로 표시한다. 또한 기온도 0℃를 기준으로 하여 그보다 높을 때에는 +10℃, +20℃ 등으로 표시하며 낮아졌을 때에는 -5℃, -10℃ 등으로 표시한다.

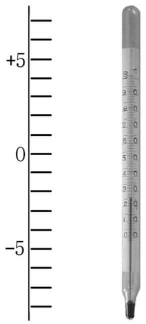


그림 3-11. 수직선과 온도계

이와 같이 자연현상을 정수와 부수로 나타내고있는것처럼 화학원소들의 산화수도 정수와 부수로 나타낸다.

원소의 원자가 전자 몇개를 내주거나 받아들였는가를 나타낸 수를 원소의 **산화수**라고 부른다. 산화수는 원소의 중요한 성질의 하나이다.

전자를 내준 경우에는 정수로, 전자를 받은 경우에는 부수로 나타낸다.

례를 들면 염화나트리움 NaCl에서 나트리움원자 Na는 전자 1개를 내주었으므로 나트리움원소의 산화수는 +1이며 염소원자 Cl은 전자 1개를 받았으므로 염소원소의 산화수는 -1이다.

? 산화마그네시움 MgO에서는 마그네시움 Mg원자가 산소 O원자에 전자를 2개 내준다. 마그네시움원소와 산소원소의 산화수는 얼마인가?

염화수소 HCl에서도 수소원자의 전자 1개가 염소원자에 넘어갔다고 생각한다면 수소원소의 산화수는 +1, 염소원소의 산화수는 -1이다.

몇가지 원소들의 주요산화수는 다음과 같다.(표 3-1)

몇가지 원소들의 주요산화수 표 3-1

원소의 이름	원소기호	산화수	원소의 이름	원소기호	산화수
수소	H	+1	칼리움	K	+1
산소	O	−2	칼시움	Ca	+2
탄소	C	−4, +2, +4	동	Cu	+2
류황	S	−2, +4, +6	철	Fe	+2, +3
질소	N	−3, +1, +2, +4, +5	수은	Hg	+2
린	P	−3, +5	알루미니움	Al	+3
염소	Cl	−1, +1, +5	석	Sn	+2, +4
브롬	Br	−1	연	Pb	+2, +4
규소	Si	+4	니켈	Ni	+2, +3
마그네시움	Mg	+2	바리움	Ba	+2
망간	Mn	+2, +4, +7	금	Au	+1, +3
아연	Zn	+2	은	Ag	+1
나트리움	Na	+1	월프람	W	+6

표에서 보는바와 같이 많은 원소들은 산화수가 여러개이다.

탄소원소의 산화수는 −4, +2, +4이며 류황원소의 산화수는 −2, +4, +6이다.

단순물에서 원소의 산화수는 령이다. 그것은 단순물에서는 원자들이 전자를 주고받는것이 없기때문이다.

산화수는 원소기호의 우에 적어서 나타낸다.

례: $\overset{+2}{Mg}\overset{-2}{O}$

산화수에 의한 화학식세우기

(?) 염화나트리움 NaCl, 산화마그네시움 MgO, 물 H_2O에서 원자개수들의 비는 각각 얼마인가?

화합물을 이루고있는 원소들의 산화수의 합은 령이다.

즉 한 원소의 산화수×원자개수+다른 원소의 산화수×원자개수=0이다.

례를 들면 NaCl에서 산화수들의 합 (+1)+(−1)은 령이며 H_2O에서도 산화수들의 합 (+1)×2+(−2)도 령이다.

화학식은 물질을 이루고있는 원소들의 산화수의 합이 령이라는데 기초하여 세울수 있다.

화합물을 이루고있는 원소들의 산화수합이 령이라는것은 원자들이 서로 주고받은 전자의 수가 같다는것을 의미한다.

Ⓟ 산화나트리움의 화학식은 무엇인가?

간단한 방법으로는 원소의 산화수의 절대값을 맞은편 원소기호의 밑수로 쓰는것이다.

례:

원소기호	Al	O
산화수	+3	−2
원자수(밑수)	2	3
화학식	Al_2O_3	

원소의 산화수가 약수를 가지면 약분하여 얻은 수의 절대값을 맞은편 원소기호의 밑수로 한다.

례:

원소기호	Si	O
산화수	+4	−2
약분한 수	+2	−1
원자수(밑수)	1	2
화학식	SiO_2	

Ⓟ 산화수가 +2인 동의 산화물과 산화수가 +3인 철의 산화물의 화학식을 써보아라.

Ⓟ 물질의 화학식에 의하여 원소의 산화수를 알아내자면 어떻게 하여야 하겠는가?

※ 산화수가 여러개인 원소가 들어있는 산화물의 이름은 그 원소의 산화수를 로마수자로 밝혀 부른다.

례: FeO 산화철(Ⅱ), Fe_2O_3 산화철(Ⅲ)

로마수자는 다음과 같이 표시한다.

Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ	Ⅸ	Ⅹ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

문 제

1. 다음의 원소로 이루어진 산화물들의 화학식을 세우고 그 물질의 이름을 불러보아라.

   Pb(Ⅱ), C(Ⅱ), C(Ⅳ), Si(Ⅳ), Al(Ⅲ), Cr(Ⅲ)

2. 다음의 화학식을 보고 H, P, Cu, Hg의 산화수를 판단하여라.

   H_2O, P_2O_5, CuO, HgO

3. 다음의 화합물들에서 수소원소의 산화수가 +1, 산소원소의 산화수가 -2라는것을 알고 다른 원소들의 산화수를 판단하여라.

   N_2O, $Ca(OH)_2$, WO_3, H_2SO_4, HCl

4. 다음 산화물들의 화학식을 써라.

   산화망간(Ⅳ), 산화망간(Ⅶ), 산화칼시움, 산화석(Ⅱ), 산화석(Ⅳ), 산화나트리움

5. 다음의 문장이 옳은가 옳지 않은가? 왜 그런가?

   ㄱ) H_2S에서 수소원소의 산화수는 +1, 류황원소의 산화수는 -2이다.

   ㄴ) 금속은 《+》산화수로, 비금속은 《-》산화수로 나타낸다.

   ㄷ) 한 원소는 오직 한가지 산화수를 가진다.

6. 다음 물질 10g의 물질량은 얼마이며 그가운데서 기체의 체적은 얼마인가?

   ㄱ) Al_2O_3 ㄴ) CuO ㄷ) CO_2 ㄹ) NO_2

제6절. 화합물에서 원소의 몫을 알수 있다

화합물의 화학식이 주어지면 매 원소의 몫을 정확히 알수 있다.

화합물에서 원소의 몫(포함량)을 알자면 화학식이 무엇을 나타내는가를 알아야 한다.

제2장 4절에서는 화학식이 무슨 물질이며 그 물질이 어떤 원소의 원자 몇개로 이루어져있는가를 나타낸다는데 대하여 배웠다.

화학식은 이밖에도 물질량과 몰질량, 몰체적(기체인 경우)을 나타낸다.

이산화탄소 CO_2은 물질량(n)이 1mol이며 몰질량(M)은 44g/mol

이고 몰체적(V_m)은 22.4L/mol이라는것을 나타낸다.

화학식이 이러한 뜻을 담고있음으로 하여 화학식에 의하여 여러가지 화학계산을 할수 있다.

㉠ 화학식에 의하여 물질의 화학식량(Mr)과 몰질량(M)을 계산할수 있다.

례제: 산화철 Fe_2O_3의 화학식량과 몰질량은 얼마인가?

Mr=55.8×2+16×3=159.6

M=159.6g/mol

㉡ 화학식에 의하여 물질을 이루고있는 원소의 몫을 계산할수 있다.

례제: 산화철 Fe_2O_3에 들어있는 철원소의 몫(함량)은 얼마인가?

산화철 1mol속에 철원자는 2mol 들어있다.

즉 Fe_2O_3 → 2Fe

1mol 2mol

한편 그것들의 질량($m=n \cdot M$)은 각각

$$m_{Fe_2O_3}=1\text{mol}\times 159.6\text{g/mol}=159.6\text{g}$$

$$m_{Fe}=2\text{mol}\times 55.8\text{g/mol}=111.6\text{g}$$

이다.

따라서 철원소의 몫은

$$\omega=\frac{111.6\text{g}}{159.6\text{g}}=0.699(69.9\%)$$

답. 0.699

㉢ 화학식에 의하여 일정한 량의 물질속에 들어있는 성분원소의 질량을 계산할수 있다.

례제: 산화철 Fe_2O_3 50g으로부터 철을 몇g 얻을수 있는가?

Fe_2O_3 1mol의 질량(159.6g)과 그속에 들어있는 Fe 2mol의 질량(111.6g)에 기초하여 비례식을 세워 계산한다.

$$159.6\text{g}:111.6\text{g}=50\text{g}:X$$

$$X=\frac{111.6\text{g}\times 50\text{g}}{159.6\text{g}}=34.96\text{g}\approx 35\text{g}$$

답. 35g

㉣ 화학식에 의하여 주어진 기체의 물질량, 체적을 계산할수 있다.

례제: 이산화탄소 11g의 물질량, 체적은 얼마인가?

이산화탄소 11g의 물질량(n)은

$$n = \frac{m}{M} = \frac{11\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.25\text{mol}$$

이산화탄소 0.25mol의 체적은

$n = \frac{V}{V_m}$ 로부터 $V = n \cdot V_m = 0.25\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 5.6\text{L}$

답. n=0.25mol, V=5.6L

문 제

1. 자철광 Fe_3O_4과 모래 SiO_2의 화학식량과 물질량은 각각 얼마인가? 이속에 들어있는 철과 규소의 몫은 얼마인가?

(**답.** Fe_3O_4 231.4, M=231.4g/mol SiO_2 60, M=60g/mol
철의 몫 ω=0.723, 규소의 몫 ω=0.467

2. Fe_2O_3이 80% 들어있는 적철광 100kg속에 들어있는 철은 몇kg인가?(**답.** 55.9kg)

3. 산화알루미니움에서 알루미니움, 산소, 산화알루미니움의 질량비는 ( )이다. 다음의 질량비들가운데서 알맞는것을 ( )안에 써넣어라.

ㄱ) 27:32:102 ㄴ) 27:24:43 ㄷ) 4:3:2 ㄹ) 108:96:204

4. 3g의 마그네시움이 충분한 량의 산소속에서 완전히 연소되였다. 얻어진 산화마그네시움은 ( )g이다. 다음의 수들가운데서 알맞는것을 ( )안에 써넣어라.

ㄱ) 10 ㄴ) 6 ㄷ) 5 ㄹ) 12

5. 자철광 Fe_3O_4 1t속에 들어있는 철의 질량과 물질량은 얼마인가? 자철광속에는 불순물이 25% 들어있다.

(**답.** m=542.7kg, n=9.724kmol)

6. 류황 8g을 연소시켜 얻은 이산화류황의 질량과 체적은 얼마이겠는가?(**답.** m=16g, V=5.6L)

제7절. 가장 가벼운 기체 - 수소

자연계에서 수소원소의 분포

수소는 자연계에 가장 많이 존재하는 원소들중의 하나이다.

수소기체는 대기의 높은 층(적어도 100km)에 많이 있으며 태양과 다른 항성 및 별들사이의 공간에 매우 많다.

수소는 동식물체를 이루는 거의 모든 물질, 많은 광물과 암석들에 들어있다.

우리는 수소원소가 이루는 많은 물질들가운데서 단순물인 수소기체(H_2)에 대하여서만 보게 된다.

참고 **수소의 발견**

영국의 물리학자이며 화학자인 보일은 기체에 대한 실험을 하면서 묽은 류산에 쇠못을 넣은 병을 역시 묽은 류산이 들어있는 넓은 그릇속에 거꾸로 세워놓았다. 그랬더니 생기는 기체는 묽은 류산용액을 아래로 몰아내면서 자리를 차지하였다. 이 기체가 들어있는 병을 꺼내서 불붙는 성냥을 가져갔더니 순식간에 불길이 휩싸이면서 폭발하였다. 보일은 이 기체를 《불타는 공기》라고 이름지었으나 《불탄다》는데만 주의를 돌리고 이 기체가 일산화탄소나 류화수소, 메탄과는 다른 기체라는것을 몰랐다.

그러나 수소가 다른 《불타는 공기》와 다른 새로운 기체라는것을 밝히고 수소발견의 영예를 지닌것은 영국의 화학자 캐븐디쉬이다.

그는 1766년에 발표한 론문에서 아연, 철, 석과 같은 금속을 류산이나 염산에 넣으면 《불타는 공기》가 생기며 이 기체의 밀도는 공기의 1/14이라는것을 밝혔다.

그후 라부아지에는 《타는 공기》를 《물을 만드는 원소》라는 의미에서 《수소》라고 이름지었다.

만들기

실험실에서 수소는 어떻게 만드는가.

실험

수소만들기

① 두갈래시험관의 한쪽에는 아연쪼각을 넣고 다른 한쪽에는 묽은 류산 5mL를 넣는다. 두갈래시험관을 기울여 류산이 아연과 반응하게 한다.

② 물이 든 시험관을 기체유도관끝에 거꾸로 세우고 수소를 모은다. (ㄱ)

③ 일정하게 수소가 시험관에 다 차면 시험관아구리를 엄지손가락으로 막고 불길에 가져다 댄 상태에서 뗀다. (ㄴ)

어떤 현상이 일어나는가?



ㄱ)　　　　　　ㄴ)

묽은 류산에 아연을 작용시키면 수소가 생긴다.

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

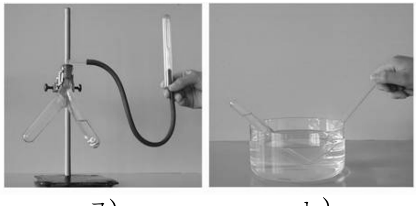
아연　　류산　　류산아연　　수소

※ ↑표시는 기체가 생긴다는것을 나타낸것이다.

반응에서 나오는 기체를 시험관에 모으고 여기에 불을 가져가면 《펑》하는 소리가 난다. 이것은 수소가 연소되면서 폭발하기때문이다.

순수한 수소는 불을 가져가면 파란 불길을 내면서 조용히 연소된다.

수소는 공기를 몰아내는 방법(ㄱ), 물을 몰아내는 방법(ㄴ)으로 모을수 있다. (그림 3-12)



ㄱ)　　　　　　ㄴ)

그림 3-12. 수소모으는 방법

ⓘ 묽은 류산과 아연과의 반응은 분해나 화합반응과 무엇이 다른가?

이처럼 화합물안의 원자가 다른 원자로 갈리우는 반응을 **치환반응**

이라고 부른다.

공장에서는 물을 전기분해하는 방법으로 수소를 만든다.

$$2H_2O \;=\; 2H_2 + O_2$$

또한 빨갛게 달군 석탄에 수증기를 뿌려주어 수소를 만든다.

$$C + H_2O \;=\; CO + H_2$$

이때 생긴 일산화탄소를 수증기와 반응시키면 이산화탄소와 수소가 생긴다.

$$CO + H_2O \overset{\text{촉매}}{=\!=} CO_2 + H_2$$

이 방법을 석탄가스화에 의한 수소만들기라고 부른다.

석탄가스화의 방법으로 수소를 만들면 전기도 절약하고 우리의 자원인 무연탄과 갈탄을 원료로 하여 수소를 얻을수 있으므로 좋은 점이 많다.

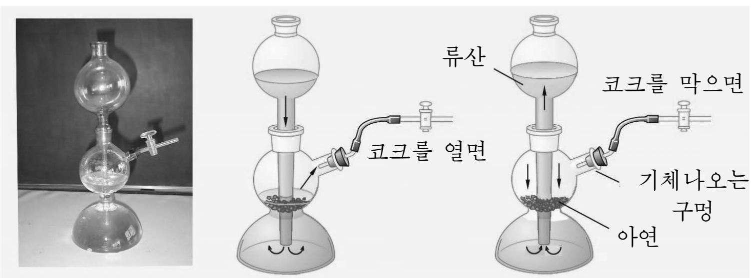


키프장치

실험실에서 기체를 많이 얻으려면 키프장치(기체발생장치)를 쓴다. 보통온도에서 기체발생을 쓰는 량에 따라 조절할수 있게 만든 그림과 같은 장치를 **키프장치**라고 부른다.

코크를 열어놓으면 둥근깔때기안의 액체가 깔때기관을 따라 아래로 내려온다. 이 액체가 반응그릇으로 올라가면서 고체를 잠기게 한다. 이때부터 기체가 생겨난다.

반응을 끝내려면 코크를 막아준다. 그러면 발생되는 기체가 액체를 아래로 밀면서 내려보낸다. 밀려나는 액체는 깔때기를 통하여 우로 올라가면서 반응하던 고체와 갈라지고 기체의 발생은 저절로 멎는다.



참 고 — 수소를 만드는 여러가지 방법

세계적으로 가성소다용액을 리용한 물의 전기분해법은 거의나 리용하지 않고있다.

그것은 이 방법이 전기를 많이 소비하기때문이다. 대신 메탄가스와 물과의 반응에 의한 수소생산의 전망이 크다.

$$CH_4 + H_2O = 3H_2 + CO$$

메탄가스가 수소생산에서 전망이 큰것은 그것이 천연가스의 기본성분일뿐아니라 우리 나라를 비롯한 세계 바다들의 대륙붕에 결정수화물 ($CH_4 \cdot nH_2O$)형태로 무진장하게 존재하기때문이다.

태양빛과 촉매를 리용하여 물로부터 수소를 생산하는 방법도 기대되고있다.

물은 2 000℃에서 극히 적은 량이 분해되지만 적당한 촉매를 사용하면 해빛에 의해서도 분해될수 있다.

$$2H_2O = 2H_2 + O_2$$

이 방법은 2 000℃에서 물이 분해되고 촉매의 작용으로 보통온도에서도 물을 분해시킬수 있다는 원리에 기초하고있다.

물리성질

수소는 색, 냄새, 맛이 없으며 모든 기체들가운데서 가장 가볍다. 수소 1L는 0.089 99g이다.

? 공기 1L는 1.29g이다. 수소는 공기보다 몇배 가벼운가?

수소는 물에 거의 용해되지 않는다. 방온도에서 물 1L에는 수소가 $18cm^3$(0.018L) 용해된다.



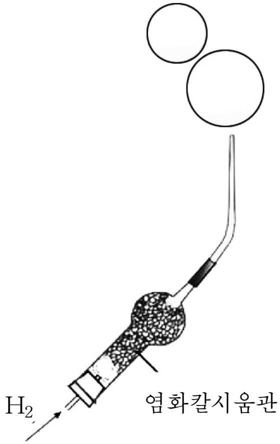
수소기체로 비누거품공만들기

기체유도관끝에 비누물을 묻히고 수소가 나오는 속도를 조절하면서 비누거품을 일군다.

비누거품이 크게 불어났을 때 기체유도관끝을 약간 흔들어 비누거품공이 떨어지게 한다. 어떻게 되는가?

※ 염화칼시움관은 기체유도관안에 생긴 습기를 없애기 위한것이다.

염화칼시움관안의 무수염화칼시움은 습기를 빨아들여 $CaCl_2 \cdot 6H_2O$로 넘어간다.



문 제

1. 아래에 지적된 물질들을 가지고 수소를 만드는 반응을 화학방정식으로 나타내여라.
   염산, 철, 마그네시움, 묽은 류산, 아연
2. 키프장치를 보고 다음의 물음에 대답하여라.
   ㄱ) 수소를 만들다가 기체유도관에 달린 코크를 막으면 어떤 현상이 생기겠는가?
   ㄴ) 키프장치에서 둥근깔때기의 관끝은 왜 산용액속에 잠겨있어야 하는가?
3. 아래의 물질들가운데서 수소분자로 구성된 물질은 (　　)이다.
   ㄱ) 류산　ㄴ) 물　ㄷ) 수소　ㄹ) 염산
4. 물에서 수소원소의 몫은 얼마인가? 만일 물전기분해방법으로 수소 5g을 얻었다면 이것을 포함하는 물은 몇g이겠는가? 생겨나는 산소의 질량과 물질량, 체적은 얼마이겠는가?(**답**. 0.111, 45g의 물, 40g의 산소, 1.25mol, 28L)

제8절. 수소는 어떤 물질들과 반응하는가

수소는 단순물과도 반응하고 화합물과도 반응한다.

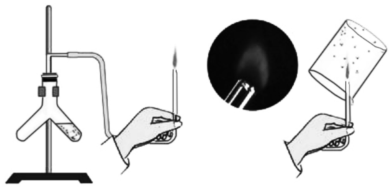
단순물과의 반응



순수한 수소의 연소

① 기체유도관끝에서 나오는 순수한 수소에 불을 붙인다. 불길의 색을 살펴본다.

② 불길우에 안벽이 마른 비커를 씌우고 안벽에 무엇이 생기는가를 자세히 살펴본다.



순수한 수소는 공기속에서 조용히 불탄다.

수소불길에 비커를 씌우면 안벽에 물방울들이 맺힌다.

수소가 공기속에서 연소될 때에는 산소와 화합하여 물을 만들면서 많은 량의 열을 낸다.

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

공기가 섞인 수소에 불을 붙이면 폭발한다. 수소와 산소가 2:1의 체적비로 섞인 혼합물은 매우 세게 폭발한다. 이러한 폭발현상을 **폭명**이라고 부르며 이러한 폭명을 일으키는 혼합기체를 **폭명기체**라고 부른다.

Ⓟ 순수한 수소는 조용히 연소되지만 공기가 섞인 수소는 왜 폭발하는가?

Ⓟ 순수한 수소인가를 알아보자면 기체유도관에 불을 달지 않고 왜 시험관에 수소를 포집하여 불을 달아보아야 하는가?

수소는 일정한 조건이 지어지면 염소, 질소와 같은 단순물과도 반응한다.

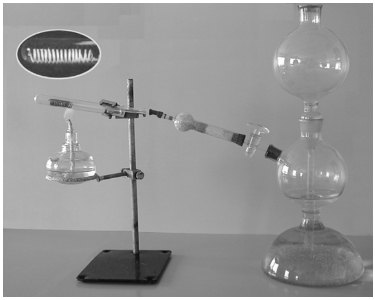
$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

Ⓟ 수소와 질소와의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

화합물과의 반응



산화동과 수소와의 반응



① 안벽이 마른 시험관에 동선에 열을 주어 산화동으로 산화시킨 타래선을 넣고 고정대에 고정시킨다. 산화동타래선이 들어있는 시험관부분에 열을 준다.

② 키프장치에서 발생되는 수소를 시험관에 흘러들게 한다.

③ 시험관안에 들어있는 산화동의 색이 어떻게 변하는가?

시험관안벽에 무엇이 생기는가를 자세히 살펴본다.

수소는 산화동을 비롯한 산화물과 반응한다.

높은 온도에서 수소는 산화동의 산소를 떼내여 물로 되고 검은색의 산화동은 붉은색의 동으로 변한다.

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$

? 수소와 산화월프람과의 반응을 화학방정식으로 나타내여라.

환원반응

CuO, WO_3과 같이 산소가 들어있는 화합물에서 산소가 떨어지는 반응을 **환원반응**(또는 **환원**)이라고 부른다.

산화동과 수소와의 반응에서 산화동은 수소에 의하여 환원되였고 수소는 산화동을 환원시켰다.

환원되였다

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$

환원시켰다

또한 이 반응에서 수소는 산화동에 의하여 산화되였고 산화동은 수소를 산화시켰다.

산화되였다

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$

산화시켰다

이와 같이 산화반응과 환원반응은 함께 일어난다.

산소나 산화동과 같이 다른 물질을 산화시키는 물질을 **산화제**, 수소와 같이 다른 물질을 환원시키는 물질을 **환원제**라고 부른다.

환원반응

$$\underset{\text{산화제}}{CuO} + \underset{\text{환원제}}{H_2} = Cu + H_2O$$

산화반응

ⓘ 산화동과 탄소와의 반응에서 산화동은 동으로 환원된다. 이 반응을 화학방정식으로 나타내고 산화와 환원, 산화제와 환원제를 밝혀라.

용도

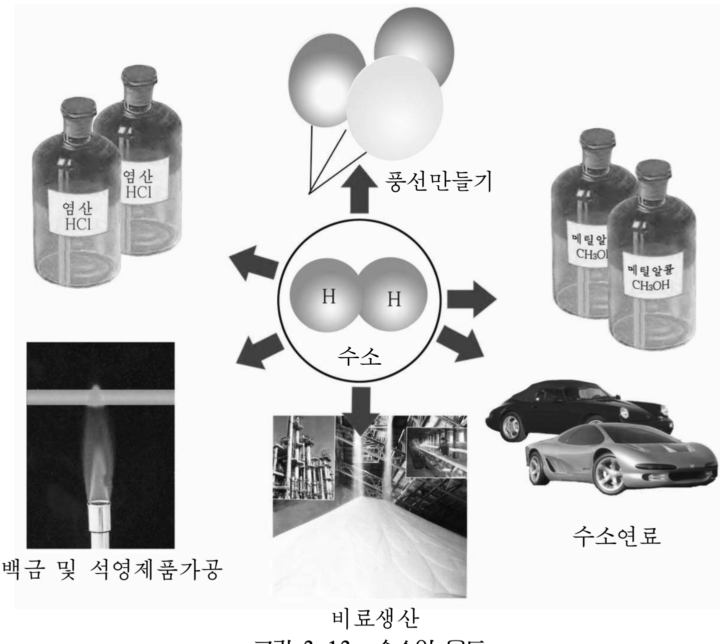


그림 3-13. 수소의 용도

수소는 제일 가벼운 기체이므로 기구를 띄우는데 쓰인다.

수소는 많은 열을 얻는데 쓴다.

수소는 비료, 염산, 메틸알콜을 비롯한 많은 물질을 만드는데 쓰인다.

수소는 삼산화월프람에서 월프람을 만드는것과 같이 금속을 얻는데서 환원제로 쓴다.

참고 미래의 연료 - 수소

수소는 얻는 자원이 풍부하고 연소시킬 때 공해현상이 없으므로 미래의 리상적인 연료이다.

기체상태의 수소는 굉장히 큰 체적을 차지하므로 그것을 보관, 수송하는데서 수소저장합금이 매우 좋다. 수소저장합금은 강철제봄베에 비하여 150배, 액체수소상태에 비하여 800배, 금속수소화물에 비하여 1 400배의 수소를 저장할수 있으며 보관, 수송에서 안정하다.

수소를 저장할수 있는 단순물로는 백금, 팔라디움, 니켈, 티탄이 있으며 수소저장합금으로는 란탄합금, 마그네시움합금, 티탄합금이 있다. 이속에 저장되는 수소의 량은 질량으로 3%밖에 안된다. 그러나 티탄을 피복한 Na-Al합금은 170℃에서 수소를 4.2%, Mg-Ti합금은 수소를 5% 저장하고있다.

1991년에 수소를 대량 축적할수 있는 탄소나노관이 해결되였다. 승용차의 65L 휘발유탕크(휘발유 60g으로 1km정도 달린다.)대신 수소저장합금 Ti-Fe 200kg을 실은 승용차는 100km/h 속도로 140km 운행을 보장하였다.

탐구 적비행기가 기구와 충돌하면?

영남이는 집으로 돌아오면서 숙제문제 《적비행기가 풍선모양의 기구와 충돌하면 어떤 현상이 일어나며 기구안에는 어떤 기체를 넣는가? 충돌때 나타나는 현상을 화학방정식으로 나타내보아라.》를 놓고 곰곰히 생각해보았다.

(기구가 하늘높이에 떠있자면 그안의 기체는 반드시 공기보다 가벼워야 할것이다. 또 기구가 비행기와 충돌하는 순간에 기구가 찢어지면서 그안의 기체와의 어떤 반응이 진행될것이다. 그렇지.)

영남이가 찾은 답이 무엇인지 알아맞춰보자요.

문 제

1. 다음의 화학방정식을 보고 산화와 환원, 산화제와 환원제를 밝혀라.

$$H_2O + C \overset{\text{열}}{=} H_2 + CO$$

$$WO_3 + 3H_2 = W + 3H_2O$$

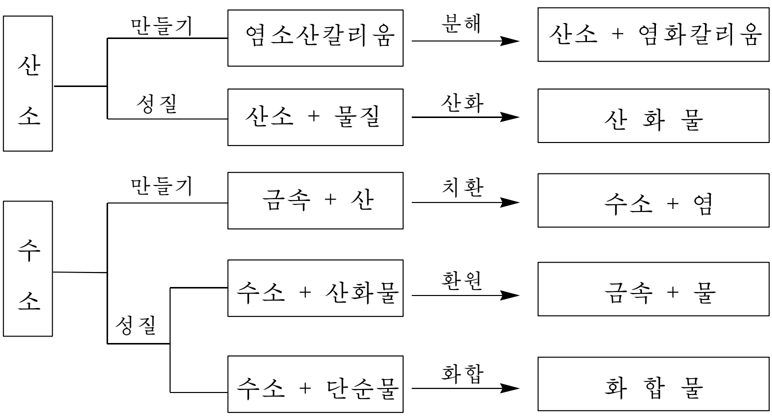
$$PbO + H_2 = Pb + H_2O$$

$$2PbO + C = 2Pb + CO_2$$

2. 우의 화학방정식들을 보고 다음의 물음에 대답하여라.
   ㄱ) 산화와 환원은 어떤 관계에 있는 과정인가?
   ㄴ) 산화제와 환원제는 어떻게 서로 다른가?
   ㄷ) 물질을 이루고있는 원소의 산화수를 밝혀라.
3. 다음의 수소의 용도는 수소의 어떤 성질을 리용한것인가?
   ㄱ) 고무풍선에 넣어 하늘높이 띄운다.
   ㄴ) 자동차의 연료로 쓴다.
   ㄷ) 석영유리를 자르거나 붙이는데 쓴다.
4. 수소 1체적과 염소 1체적이 반응하면 염화수소 2체적이 생긴다. 수소 0.5g이 염소와 반응하면 생성물인 염화수소의 질량, 물질량, 체적은 얼마이겠는가?(**답**. 18.25g, 0.5mol, 11.2L)

장 종 합

① 산소와 수소의 만들기 및 성질



② 물질량과 몰체적사이의 관계

$$n=\frac{N}{N_A}=\frac{m}{M}=\frac{V}{V_m}$$

복습문제

1. 정확한 답의 번호를 괄호안에 써넣고 그 리유를 말하여라.

ㄱ) 실험실에서 산소를 만들고 남은 물질은 (　　)이다. 왜 그런가?

① 염소산칼리움과 이산화망간　② 아연쪼각과 묽은 류산

③ 공기　④ 과망간산칼리움　⑤ 염화칼리움과 이산화망간

ㄴ) 실험실에서 산소를 만들 때 사용하는 실험기구에는 (　　)이 있다.

① 시험관　② 알콜등　③ 구멍이 있는 고무마개　④ 기체유도관

⑤ 비커　⑥ 수욕　⑦ 기체포집병　⑧ 고정대　⑨ 플라스크

2. 다음의 화학반응이 있다.

ㄱ) 염소산칼리움으로부터 산소를 만드는 반응

ㄴ) 아연과 염산과의 반응

ㄷ) 숯이 불타는 반응

① 화학방정식을 작성하고 매개 물질들의 화학식에서 원소의 산화수를 밝혀라.

② 분해반응은 (　　)이고 치환반응은 (　　)이며 화합반응은 (　　)이다.

3. 정확한 답의 번호를 괄호안에 써넣고 그 리유를 말하여라.

① 숯이 불탄다.　② 동이 공기속에서 검은색으로 녹쓴다.

③ 철겉면에서 녹이 쓴다.　④ 마그네시움이 불탄다.

ㄱ) 연소는 (　　)이다.

ㄴ) 빠른산화는 (　　)이다.

ㄷ) 느린산화는 (　　)이다.

4. 다음의 □안에 알맞는 물질을 적어넣고 화학방정식을 완성하여라.

ㄱ) □ + O_2 = □ZnO　　ㄴ) □ +□O_2= □Fe_2O_3

ㄷ) S + □ = SO_2　　ㄹ) □W + □ = □WO_3

5. 다음의 화학식을 완성하고 산화물의 이름을 말해보아라.

ㄱ) CrO(Ⅲ) ㄴ) BaO ㄷ) NaO ㄹ) MnO(Ⅳ) ㅁ) SiO(Ⅳ)

6. 다음의 알맞는것들을 서로 이어보아라.

다른 물질을 환원시키는 물질	산화물
산화물에서 산소가 떨어지는 반응	산화제
다른 물질을 산화시키는 물질	환원반응
산소가 결합하는 반응	환원제
산소와 다른 한가지 원소로 이루어진 물질	산화반응

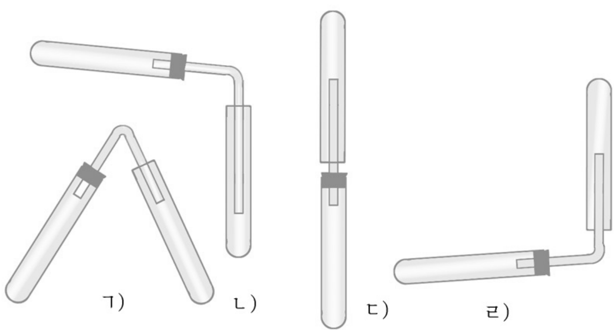
7. 아래의 문장을 읽고 해당한 개념과 실례를 찾아 ( )안에 써넣어라.

개 념		실 례
( )	ㄱ) 열과 빛을 내는 반응	( )
( )	ㄴ) 물질이 산소와 결합하는 반응	( )
( )	ㄷ) 산소와 다른 한가지 원소로 이루어진 물질	( )
( )	ㄹ) 산소와 비금속으로 이루어진 물질	( )
( )	ㅁ) 금속원소와 산소로 이루어진 물질	( )

개념: 산화물, 금속산화물, 비금속산화물, 연소, 산화반응

실례: $2Mg + O_2 = 2MgO$, CO_2, SO_2, PbO, ZnO

8. 다음의 그림을 보고 산소와 수소를 만드는데 쓰는 기구를 골라내고 그 리유를 말하여라.



9. 다음 표를 완성하고 물음에 대답하여라.

물질 / 성질	산소	수소
물리성질		
화학성질		

ㄱ) 물질의 물리성질에는 어떤것들이 있는가?

ㄴ) 산소와 수소의 물리성질에서 같은 점은 무엇인가?

ㄷ) 화학성질에서 비슷한 점은 무엇인가?

10. 수소의 어떤 성질로 하여 다음의 용도에 쓸수 있는가?

ㄱ) 염산제조 ㄴ) 금속용접 ㄷ) 미싸일시동 ㄹ) 금속제련

11. 정확한 답을 ( )안에 써넣어라.

ㄱ) 물에서 수소원소와 산소원소의 질량비는 ( )이다.

① 2:1 ② 1:2 ③ 1:16 ④ 1:8

ㄴ) 4g의 산소와 ( )g의 수소는 완전히 반응한다.

① 1 ② 0.5 ③ 2 ④ 4

12. 산소와 수소의 혼합물 40mL를 폭발시킨 후 4mL의 수소가 남았다. 출발혼합물속에 들어있던 수소의 체적은 ( )이며 산소의 체적은 ( )이다. (**답.** H_2 28, O_2 12)

13. 다음 문장들에서 옳은것과 틀린것을 찾고 그 리유를 말하여라.

① 염소산칼리움이 열을 받아 분해된 후 남은 고체의 질량은 처음 물질의 질량과 같다.

② 마그네시움쪼각이 공기속에서 연소된 후 남은 물질은 마그네시움쪼각의 질량보다 작다.

③ 가는 철선이 산소속에서 연소되면 생성물의 질량은 가는 철선보다 크다. 이 반응은 질량보존의 법칙에 맞는다.

14. 다음의 화학방정식들가운데서 정확한것은 (　　)이다. 틀린것을 찾아 바로 고쳐써라.

① $2H_2 + 2O = 2H_2O$　　② $HgO = Hg + O$

③ $Mg + 2O = MgO$　　④ $2Cu + O_2 = CuO$

15. mg의 $KClO_3$과 ng의 MnO_2로 된 혼합물을 가열하였다. 반응이 완전히 진행된 후 wg의 찌끼물질이 생겼다. 생겨난 산소기체의 질량은 (　)이다.

ㄱ) (m-w)g　　ㄴ) (m-n-w)g

ㄷ) (m+n-w)g　　ㄹ) (w-n)g

16. 아래의 반응에서 물이 산화제로 작용하는것은 어느것인가?

ㄱ) $Na_2O + H_2O = 2NaOH$　　ㄴ) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

ㄷ) $Fe + H_2O = FeO + H_2$　　ㄹ) $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$

제4장. 물과 용액

경애하는 수령 **김일성**대원수님께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《강물 하나만 레를 들어보아도 수력발전, 관개사업, 공업 및 도시급수, 하천운수, 어류양식을 비롯하여 리용분야가 많습니다.》

물은 생물체가 살아가는데서 없어서는 안되는 화합물이다. 사람은 하루에 평균 2.5~4L의 물을 섭취해야 한다.

물은 공장과 농촌에서도 널리 쓰인다. 수많은 물질들가운데서 물만큼 많이 쓰이는 물질은 없다.

많은 화학반응도 물이 있어야 일어난다.

이 장에서는 물의 성질, 수용액의 성질은 어떠하며 용매와 용질사이에는 어떤 관계가 있는가에 대하여 배우게 된다.

제1절. 자연계의 물

자연계의 물

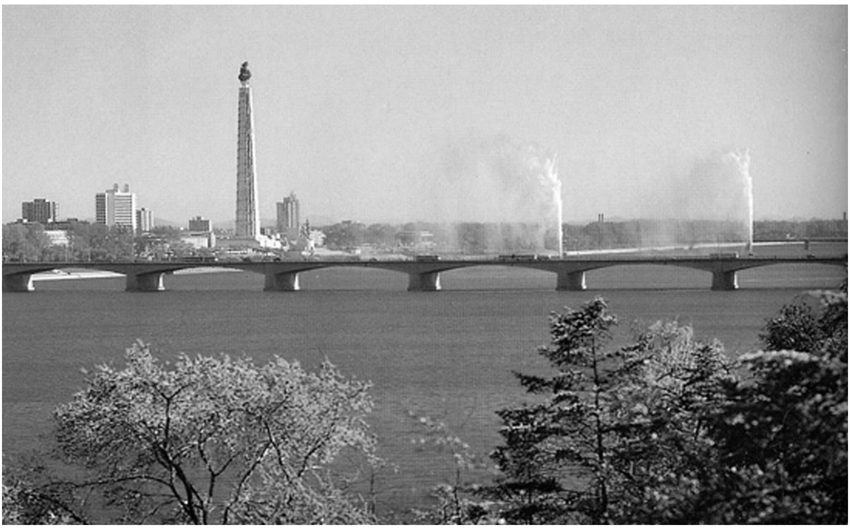


그림 4-1. 자연계의 물

우리 나라는 산좋고 물맑은 아름다운 나라이다.

그래서 예로부터 우리 나라를 삼천리 금수강산이라고 불러왔다.

물은 대양과 바다, 강과 호수를 이루고있으며 지구겉면의 3/4을 덮고있다.

세상에는 물이 없어 물을 사다가 먹는 나라도 적지 않다. 최근에는 이상기후의 영향으로 비가 오지 않아 비옥하던 땅이 사막화되여가는 현상도 나타나고있다.

일부 나라들에서는 오염된 물로 인한 질병으로 사람들의 생명이 위협당하기까지 하고있다. 그러므로 물을 아껴쓰며 오염되지 않도록 하는것이 중요하다.

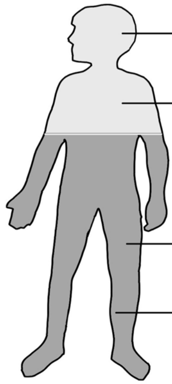


그림 4-2. 사람몸안의 물

물은 동물과 식물체에도 들어있다.

자연계에서 물은 액체상태로만이 아니라 고체, 기체상태로도 존재한다.

ⓘ 고체나 기체상태로 존재하는 물의 실례를 들어보아라.

물의 물리성질

순수한 물은 색과 냄새, 맛이 없는 맑은 액체이다.

0.1MPa에서 물이 어는 온도는 0℃이며 끓는 온도는 100℃이다.

ⓘ 백두산에 올라가도 물이 0℃에서 얼고 100℃에서 끓겠는가?

물의 밀도는 4℃에서 $1g/cm^3$이다.

ⓘ 겨울에 강물은 왜 겉면에서부터 어는가?

물의 비열은 4.18kJ/(kg・K)이다.

ⓘ 지구에서는 낮과 밤의 온도차가 10℃정도이지만 달에서는 낮과 밤의 온도차가 수백℃에 달한다. 왜 그런가?

물은 다른 물질을 용해시키는 성질이 있다.

물의 화학성질

물은 높은 온도(2 000℃이상)로 열을 줄 때 분해된다.

물은 전기에 의해서도 수소와 산소로 분해된다.(그림 4-3)

$$2H_2O = 2H_2 + O_2$$

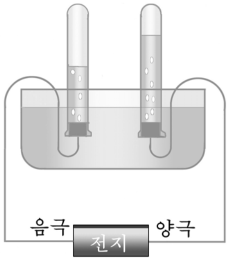
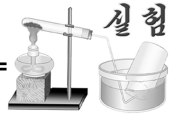


그림 4-3. 물을 전기로 분해한다

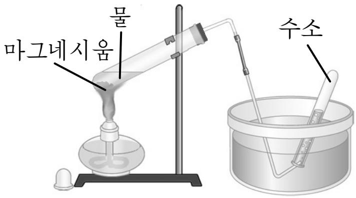


물과 마그네시움과의 반응

① 시험관에 마그네시움가루와 물을 넣고 반응하는가를 알아본다.

② 물과 마그네시움이 든 시험관에 열을 주면서 반응하는가를 본다.

③ 물과 마그네시움이 든 시험관에 열을 줄 때 생기는 기체를 시험관에 모아 산소인가 수소인가를 알아본다.





뜨거운 물은 마그네시움과 반응하며 이때 수소가 생긴다.

산화

$$2H_2O + Mg = Mg(OH)_2 + H_2$$

환원

물은 산화마그네시움과 화합하여 수산화마그네시움을 만든다.

$$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$$

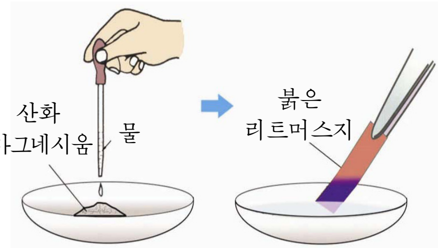
수산화마그네시움용액은 붉은 리트머스지를 푸른색으로 변화시킨다.

실험

산화마그네시움과 물과의 반응

① 사기접시에 산화마그네시움가루를 조금 넣고 물을 방울방울 떨구면서 살펴본다.

② 거기에 붉은 리트머스지를 잠근다. 색갈이 어떻게 변하는가?



③ 물과 마그네시움을 반응시킨 앞의 보이기실험의 시험관에 붉은 리트머스지를 잠그어보고 색갈을 대비해본다.

Ⓟ 린을 태우면 오산화린이 생기고 오산화린이 물과 반응하면 린산 H_3PO_4이 생긴다. 두 반응의 화학방정식을 써라.

문 제

1. 자기 몸의 질량에 비교하여 물이 대략 몇kg 들어있겠는가를 계산하여라.

2. (　)에 알맞는 말을 써넣어라.

ㄱ) 린산 H_3PO_4에서 린원소의 산화수는 (　)이다.

ㄴ) 린산 4.9g속에 들어있는 린의 질량은 (　)g, 물질량은 (　)mol, 원자개수는 (　)이다.

3. 산화마그네시움 6g을 물과 작용시킬 때 생기는 수산화마그네시움의 물질량과 질량은 얼마이겠는가?(**답**. 0.15mol, 8.7g)

제2절. 물질은 어떻게 용해되는가

용액

땅에서 솟아나는 샘물에는 아주 적은 량의 여러가지 물질들이 용해되여있다. 이 물이 강으로 흐르고 바다로 흐르면서 더 많은 물질들을 용해시킨다.

바다물에는 많은 량의 소금이 용해되여있다. 그러므로 바다물은 짜다.

소금과 같이 용해된 물질을 **용질**이라고 부르며 물과 같이 다른 물질을 용해시킨 물질을 **용매**라고 부른다.

사탕물에는 사탕이 용해되여있지만 겉보기에는 물처럼 맑다.

(?) 사탕물맛은 왜 그릇안의 어느 부분에서나 다 같은가?

물과 같은 물질이 다른 물질에 풀리여 고르롭게 퍼지는 현상을 **용해**라고 부르며 용매와 용질로 이루어진 고르로운 혼합물을 **용액**이라고 부른다.

용액속에 용해된 용질의 크기는 10^{-10}~10^{-9}m이며 원자나 분자와 같이 크기가 매우 작은 알갱이이므로 용액은 매우 투명하다.

그림 4-4에 류산동용액의 용해를 보여주었다.

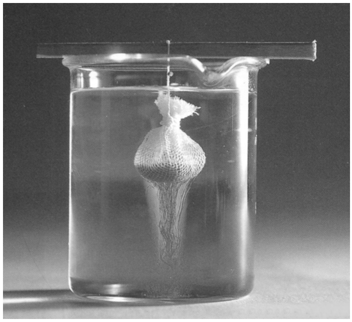


그림 4-4. 용해

발전 용액에는 어떤것들이 있는가

용액에는 진용액, 콜로이드용액(교질용액), 고분자화합물용액이 있다. 이 용액들에서 용질알갱이의 크기를 보면 다음과 같다. 진용액의 용질알갱이크기는 콜로이드알갱이의 1/10~1/100정도이며 고분자화합물용액의 용질알갱이크기는 콜로이드알갱이크기와 비슷하다.

용해과정

과망간산칼리움의 용해과정을 실험으로 살펴보자.



과망간산칼리움의 용해



① 비커에 물을 절반가량 넣고 여기에 쌀알만한 크기의 과망간산칼리움덩어리를 떨구어넣는다.

② 과망간산칼리움이 물에 어떻게 용해되는가를 살펴본다.

과망간산칼리움둘레의 물이 색갈을 띠게 되고 점차 색갈이 고르로워지는것은 무엇때문인가.

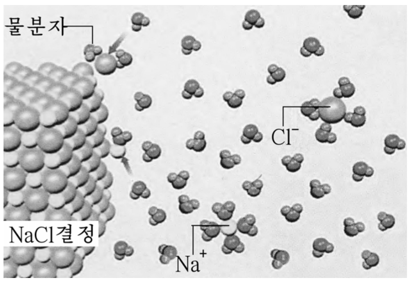


그림 4-5. 용질알갱이들의 용해과정

과망간산칼리움덩어리를 물에 넣으면 처음에는 덩어리둘레가 보라색을 띠다가 점차 그 색이 퍼져나간다. 마지막에는 다 용해되고 용액전체가 고르로운 보라색으로 된다.

이것은 끊임없이 운동하고있는 용매인 물분자들이 과망간산칼리움의 알갱이들을 떼내여 사방으로 멀리 끌고가기때문이다.

소금결정의 용해과정도 마찬가지이다.(그림 4-5)

이와 같이 용해과정은 용매분자들이 용질알갱이를 둘러싸고 용매속으로 퍼져나가는 과정이다.

용해과정을 빨리 진행되도록 할수 있겠는가.

실험 — 용액을 저어준다

① 2개의 비커에 물을 절반정도씩 넣고 쌀알만 한 크기의 과망간산칼리움덩어리를 각각 떨구어넣는다.

② 한쪽 비커는 그대로 놔두고 다른쪽 비커는 유리막대기로 저어준다. 어느쪽이 먼저 용해되는가?



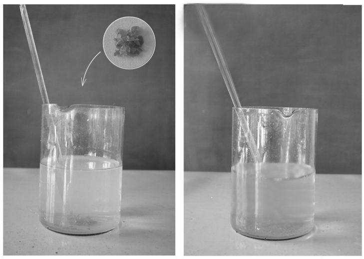
용액을 저어주면 용질이 빨리 용해된다.

용액을 저어주면 물분자들이 용질알갱이들을 더 빨리 떼내여 퍼짐속도를 빠르게 한다.

실험 — 용질알갱이의 겉면적을 크게 해준다

① 2개의 비커에 물을 절반정도씩 넣고 한쪽 비커에는 콩알만 한 크기의 류산동덩어리를 넣고 다른 비커에는 같은 크기의 덩어리를 가루내여 넣는다.

② 두 비커의 용액을 유리막대기로 동시에 저어준다. 어느쪽이 먼저 용해되는가?



용질알갱이의 겉면적을 크게 할수록 용질은 더 빨리 용해된다.

용질은 덩어리상태에서보다 가루상태에서 겉면적이 더 크다.

덩어리보다 가루상태의 류산동이 더 빨리 용해되는것은 보드랍게 할수록 용질알갱이와 물분자가 닿는 면적이 커지기때문이다.

용액의 온도를 높여줄수록 용질은 더 빨리 용해된다.

실험

용액의 온도를 높여준다

① 2개의 시험관에 물을 절반정도 씩 넣고 여기에 각각 1g의 사탕가루를 넣는다.

② 한쪽 시험관에는 열을 준다. 어느쪽이 먼저 용해되는가?



열을 주면 용매와 용질은 열운동에네르기가 커지면서 용액속으로 더 빨리 퍼져나간다.

용질은 겉면적이 클수록(덩어리가 작을수록), 용액을 저어주거나 용액의 온도가 높을수록 더 빨리 용해된다.

ⓘ 더운물로 빨래를 할 때와 찬물로 할 때 어느 경우에 때가 더 잘 빠져나가겠는가?

용해될 때의 열현상

용질이 용매에 용해될 때 열을 받아들이겠는가 내보내겠는가.

실험

용해과정의 열현상

① 2개의 비커에 각각 물을 1/3정도 넣고 온도를 재여본다.

② 첫 비커에는 질은 류산을 비커벽을 따라 방울방울 떨구면서 유리막대기로 저어준다. 온도변화를 관찰한다.(ㄱ)

③ 둘째 비커에는 질산칼리움을 한숟가락정도 넣고 저어주면서 온도계의 눈금변화를 본다. 처음온도와 어떻게 달라지는가?(ㄴ)



ㄱ)



ㄴ)

류산이 물에 용해될 때에는 용액의 온도가 올라간다.

그것은 류산의 에네르기와 물의 에네르기를 합한것보다 류산용액의 에네르기가 작으므로 그 에네르기차만큼 열을 내보내기때문이다.(발열)

한편 질산칼리움이 물에 용해될 때에는 용액이 차진다. 그것은 질산칼리움이 물에 용해될 때 열을 받아들이기때문이다.(흡열)

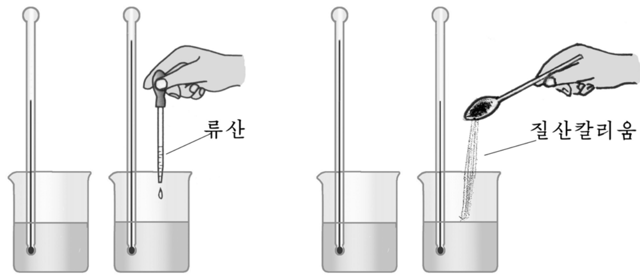


그림 4-6. 용질과 용매의 에네르기합과 용액의 에네르기의 차만큼 열을 받아들이거나 내보낸다

문 제

1. 중조를 물에 빨리 용해시키자면 어떻게 하여야 하는가? 그 리유를 설명하여라.
2. 가성소다를 물에 용해시키면 용액이 더워지고 소금을 물에 용해시키면 용액이 차진다. 왜 그런가?
3. 다음의 용액에서 용질과 용매는 무엇인가?
   ㄱ) 사탕물 ㄴ) 술 ㄷ) 류산용액
4. 정확한 답의 번호를 ( )안에 써넣어라.
   한고뿌의 용액속의 각 부분의 성질은 ( ).
   ㄱ) 같지 않다. ㄴ) 같다. ㄷ) 웃부분과 아래부분이 다르다.
5. 우리 주위에서 보게 되는 용액을 5가지 들어보아라.

제3절. 물질은 얼마나 용해되는가

고체의 용해도

소금과 같은 용질이 물에 용해되는 량은 얼마나 되겠는가.



소금이 물에 용해되는 량

① 메스실린더로 물을 10mL 재서 큰 시험관에 넣는다.

② 처음에는 소금 1g을 넣고 흔들어 용해시킨다. 다 용해되면 다시 1g을 넣어 용해시킨다.

③ 몇g까지 용해되는가를 자세히 살펴보고 아래의 표에 적어넣어라.

물 10mL에 용해되는 소금의 량(20℃에서)

소금의 량/g	1	2	3	4
용해되는 소금의 량/g				

소금은 물 10mL에 3g까지는 다 용해되지만 여기에 1g을 더 넣으면 용해되지 않고 남는다.

방온도에서 10mL의 물에는 소금이 3.6g정도밖에 용해되지 않는다.

이처럼 소금은 물에 용해되는 량이 정해져있다.

탄산나트리움 Na_2CO_3은 10mL의 물에 2g정도 용해된다.

이처럼 물질마다 용매에 용해되는 용질의 량은 정해져있다.

주어진 온도에서 정해진 량의 용매에 최대로 용해될수 있는 용질의 량을 **용해도**라고 부른다.

용매가 서로 달라도 물질이 용해되는 량은 같겠는가.

같은 물질이라도 용매가 다르면 용해되는 정도가 달라진다.

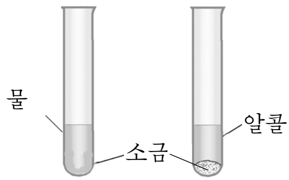
소금은 물에는 용해되지만 알콜에는 잘 용해되지 않는다.

이와 같이 어떤 용매인가에 따라 물질이 용해되는 정도는 서로 다르다.

실험 물과 알콜에 대한 소금의 용해

① 2개의 시험관에 물과 질은 알콜을 각각 10mL씩 넣고 여기에 소금을 3g씩 넣으면서 용해시킨다.

② 소금이 어느 시험관에서 더 잘 용해되는가?



고체의 용해도는 어떻게 나타내는가.

고체의 용해도는 주어진 온도에서 용매 100g에 최대로 용해될수 있는 용질의 질량으로 나타낸다.

방온도에서 소금의 물에 대한 용해도를 나타내면 다음과 같다.

35.9g/100g물

Ⓘ 20℃에서 탄산나트리움은 물 100g에 20g 용해된다. 용해도 표시법으로 나타내여라.

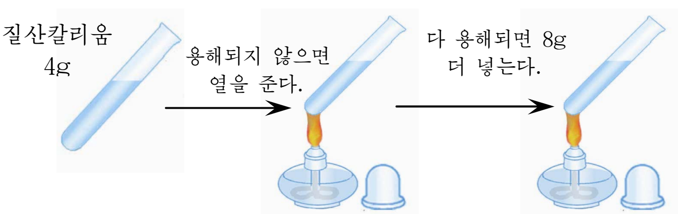
주어진 온도에서 용질은 용해도값만 한 량이 물에 용해된 다음에는 더이상 용해되지 않는다.

고체의 용해도는 온도에 따라 어떻게 변하겠는가.

실험 온도에 따르는 질산칼리움 KNO_3의 용해도변화

① 물 10mL를 넣은 시험관에 질산칼리움 4g을 넣고 흔들어 용해시킨다.

② 다 용해되지 않으면 열을 준다. 어떻게 되는가?



③ 다 용해되면 8g정도 더 넣고 열을 주면서 어떻게 되는가를 살펴본다.

질산칼리움의 용해도는 온도가 높아짐에 따라 커진다.

온도에 따르는 몇가지 고체물질의 용해도/g · (100g물)$^{-1}$ 표 4-1

물 질 \ 온도/℃	0	20	40	60	80	100
염화나트리움($NaCl$)	35.6	35.9	36.4	37.1	38.1	39.2
질산칼리움(KNO_3)	13.3	31.6	63.9	109.9	169.0	245.2
염화암모니움(NH_4Cl)	29.7	37.4	46.0	55.3	65.6	77.2
수산화칼시움($Ca(OH)_2$)	0.185	0.165	0.141	0.116	0.094	0.077
사탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)	179.2	203.9	238.1	287.7	362.1	487.2

고체의 용해도는 일반적으로 온도가 높아질수록 커진다.

수산화칼시움과 같은 극히 적은 물질만이 온도가 높아질 때 용해도가 작아진다.

주의

용해도는 온도에 따라 달라지므로 용해도값을 말할 때에는 반드시 온도를 밝혀야 한다.

? 표 4-1에서 온도가 높아질 때 용해도의 변화가 큰것은 어느 물질인가?

기체의 용해도

? 물고기는 물속에서 어떻게 살아가겠는가?

물에 산소가 용해되는것처럼 사이다는 물에 사탕과 이산화탄소가 용해된것이며 염산은 물에 염화수소가 용해된것이다.

이처럼 기체도 물에 용해된다.

기체의 용해도는 질량으로 나타내기보다 체적으로 나타내는것이 더 편리하다.

즉 주어진 온도에서 용매 100mL에 최대로 용해될수 있는 기체의 체적(mL)으로 나타낸다.

기체의 용해도는 온도에 따라 어떻게 달라지는가?

둥근밑플라스크에 찬물을 넣어 기울여놓고 조심히 데우면 풀려있던 공기가 빠져나온다. 즉 기체의 용해도는 온도가 높아짐에 따라 작아진다.(표 4-2)

온도에 따르는 몇가지 기체의 용해도/mL·(100mL물)$^{-1}$ 표 4-2

온도/℃ \ 물 질	0	20	40	60
수소(H_2)	2.1	1.8	1.64	1.6
질소(N_2)	2.4	1.6	1.3	1.0
산소(O_2)	4.9	3.1	2.3	1.9
이산화탄소(CO_2)	171.3	87.3	53.0	36.5
염화수소(HCl)	45 000	44 200	38 600	33 900

? 온도가 높아질 때 기체는 왜 적게 용해되는가?

기체의 용해도는 압력에 따라 어떻게 달라지는가?

약수나 사이다병의 마개를 열면 기체가 나온다. 그것은 마개를 막은 병속의 압력이 대기압보다 높기때문이다.

기체의 용해도는 압력을 높이면 커지고 압력을 낮추면 작아진다.

용해도곡선

온도에 따라 물질의 용해도가 다르기때문에 이것을 그라프로 나타내보자.(그림 4-7)

온도에 따르는 물질의 용해도변화를 나타낸 곡선을 **용해도곡선**이라고 부른다.

용해도곡선을 어떻게 그리는가.

가로축을 온도축으로 하고 세로축을 용해도축으로 한 자리표에 온도에 따르는 용해도값들을 점으로 찍고 그것을 이으면 용해도곡선이 그려진다.

용해도곡선을 보면 어느 물질의 용해도가 몇℃에서 얼마인가를 알수 있다.

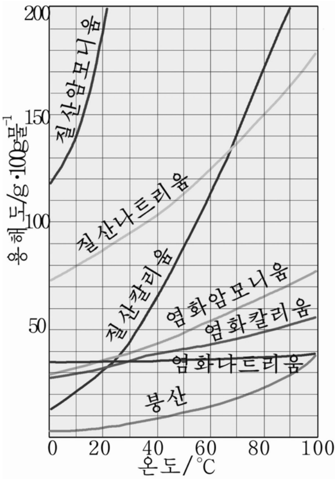


그림 4-7. 용해도곡선

문 제

1. 아래의 ( )를 채워넣어라.

ㄱ) 고체의 용해도는 보통 ( )으로 표시된다.

ㄴ) 많은 고체물질의 용해도는 온도가 높아짐에 따라 ( )고 일부 고체물질의 용해도는 온도가 높아짐에 따라 ( ).

ㄷ) 기체의 용해도는 온도가 높아지는데 따라 ( )고 압력이 낮아지는데 따라 ( ).

2. 다음의 문장들가운데서 틀린것을 찾고 고쳐라.

ㄱ) 20℃에서 100g의 염화암모니움용액에는 10g의 염화암모니움이 용해되여있다. 이 온도에서 염화암모니움의 용해도는 37.4g/100g 물이다. 따라서 이 용액에는 염화암모니움이 더 이상 용해되지 않는다.

ㄴ) 밀도가 1.84g/cm^{3}인 98% 류산 100mL속에 포함되여있는 류산은 1.84g이다.

3. 방온도에서 20g의 물에 질산칼리움이 몇g 용해되겠는가?

(**답**. 6.32g)

4. 40℃에서 염화칼리움 KCl의 용해도는 40g/100g물이다. 이 용액 200g속에는 염화칼리움과 물이 각각 몇g씩 들어있겠는가?

(**답**. 염화칼리움 57.1g, 물 142.9g)

5. 다음의 문장에서 ( )를 채워넣어라.

방온도에서 20g의 물에 브롬화칼리움이 13.1g 용해된다. 브롬화칼리움의 용해도는 ( )이다. (**답**. 65.5g/100g물)

6. 그림 4-7을 보고 70℃에서 염화나트리움, 염화암모니움, 질산칼리움의 용해도를 찾아보아라.

제4절. 용액으로부터 결정을 어떻게 얻을수 있는가

포화용액과 불포화용액

방온도에서 소금의 용해도는 35.9g/100g물이므로 물 100g에는 소금이 35.9g까지 용해된다. 이 온도에서는 소금을 그이상으로 넣어도 용해되지 않고 그대로 남아있다.

이와 같이 주어진 온도에서 정해진 량의 용매에 용질이 더는 용해되지 않는 용액을 **포화용액**이라고 부른다.

그러나 방온도에서 물 100g에 소금이 30g 용해되여있으면 소금은 아직 더 용해될수 있다.

이와 같이 주어진 온도에서 정해진 량의 용매에 용질이 더 용해될수 있는 용액을 **불포화용액**이라고 부른다.

Ⓠ 방온도에서 물 200g에 소금이 71.8g 용해되여있다면 이 용액은 포화용액인가 불포화용액인가?

Ⓠ 포화용액, 불포화용액을 말할 때 왜 《주어진 온도》, 《정해진 량의 용매》라고 밝혀야 하는가?

재결정화

높은 온도에서 질산칼리움의 포화용액을 만들었다가 식히면 어떻게 되겠는가.



질산칼리움의 재결정화

① 5mL의 물을 넣은 시험관에 질산칼리움을 3g 넣는다.

② 알콜등으로 열을 주어 용해시킨다.

③ 이것을 20℃까지 식히면서 시험관안의 용액속에 무엇이 생기는가를 자세히 살펴본다.



④ 생겨난 물질은 무엇이며 몇g이겠는가?

더운물 5mL에 질산칼리움을 3g 용해시켰다가 20℃까지 식히면 질산칼리움결정이 생긴다.

ⓘ 포화용액을 식히면 왜 결정이 생기는가?

이와 같이 높은 온도에서 포화용액을 만들고 그 용액을 식혀서 순수한 결정을 얻어내는 방법을 **재결정화**라고 부른다.

재결정화법은 고체물질을 정제하는데 쓴다.

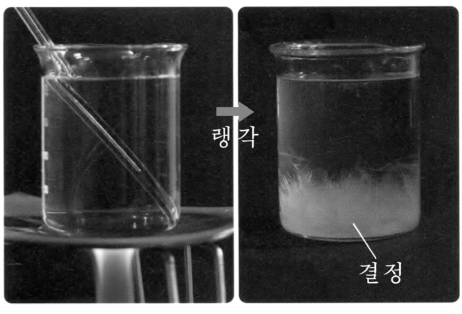


그림 4-8. 재결정화

탐구

모래가 섞인 소금을 정제하려면?

흙과 모래가 섞여있는 소금을 두고 걱정하는 어머니를 본 철이는 배운 지식을 리용하여 소금을 정제할수 없을가 하고 생각하였다. 그는 생각끝에 자신이 직접 여러가지 실험기구들을 준비하고 실험을 하여 막소금에서 깨끗한 소금을 얻어냈다. 철이가 어떤 실험기구들을 리용하여 어떤 방법으로 실험하였겠는가를 곰곰히 생각해보고 우리도 깨끗한 소금을 얻어 어머니들을 기쁘게 해드리자요.

문 제

1. 20℃의 질산칼리움포화용액 50g을 증발시켰더니 12g의 질산칼리움이 얻어졌다. 증발된 물의 량과 20℃에서 질산칼리움의 용해도를 구하여라.(**답**. 물 38g, 용해도 31.6g/100g물)

2. 60℃의 질산칼리움포화용액 100g을 20℃까지 식힐 때 몇g의 질산칼리움이 결정으로 석출되겠는가? 용해도곡선을 보고 계산하여라.(**답**. 37.4g)

3. 18℃에서 탄산칼리움 27g을 용해시키려면 몇g의 물이 필요한가? 18℃에서 탄산칼리움의 용해도는 108g/100g물이다.(**답**. 25g)

4. 10℃에서 33g의 염화암모니움을 100g의 물에 넣었더니 포화용액이 되였다. 이 온도에서 염화암모니움포화용액 100g속의 용질의 량은 얼마인가?(**답**. 약 24.8g)

제5절. 용액의 농도를 어떻게 나타낼것인가

물에 사탕이 많이 용해되면 단맛이 세게 나지만 적게 용해되면 달지 않다.

이처럼 용질이 많이 용해된 용액을 **짙은 용액**이라고 부르며 용질이 적게 용해된 용액을 **묽은 용액**이라고 부른다.

용액의 짙고 묽은 정도를 표현하기 위하여 농도라는 개념을 쓴다. 용액의 농도를 나타내는 방법은 여러가지이다.

용액속에 용질이 얼마나 용해되여있는가를 정확히 나타내는 방법의 하나는 퍼센트농도이다.

Ⓡ 학급의 출석률은 어떻게 계산하는가?

퍼센트농도도 출석률을 나타내는 퍼센트와 비슷하다.

용액의 전체 질량에서 용질이 차지하는 질량을 퍼센트(%)로 나타낸 농도를 **퍼센트농도**라고 부른다.

$$\text{퍼센트농도}(\%) = \frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100$$

용액의 질량 = 용질의 질량 + 용매의 질량

퍼센트농도(%)는 용액 100g속에 용해되여있는 용질의 질량(g)과 같다.

례를 들어 소금용액 100g속에 소금이 10g 용해되여있으면 10% 소금용액이며 20g 용해되여있으면 20% 소금용액이다.

Ⓡ 30% 소금용액 100g에는 소금이 몇g 용해되여있는가?

퍼센트농도는 간단히 질량몫(ω)으로 나타내기도 한다.

$$\omega = \frac{m_{\text{용질}}}{m_{\text{용액}}}$$

$m_{\text{용액}}$: 용액의 질량, $m_{\text{용질}}$: 용질의 질량

퍼센트농도는 질량몫과 다음과 같은 관계에 있다.

$$\omega = \frac{\text{퍼센트농도}}{100}$$

례제 1: 소금용액 200g에 소금이 50g 용해되여있다. 이 용액은 몇퍼

센트농도인가?

조건. $m_{용액}$=200g, $m_{용질}$=50g

물음. 퍼센트농도 ?

계산.

$$퍼센트농도 = \frac{m_{용질}}{m_{용액}} \times 100 = \frac{50g}{200g} \times 100 = 25(\%)$$ **답.** 25%

례제 2: 알콜용액 300g속에 에틸알콜이 120g 용해되여있다. 이 용질의 질량몫(또는 퍼센트농도)은 얼마인가?

$$\omega = \frac{m_{용질}}{m_{용액}} = \frac{120g}{300g} = 0.4(40\%)$$ **답.** 0.4

례제 3: 20%(ω=0.2) 가성소다용액 150g속에는 가성소다 NaOH가 몇g 용해되여있는가?

$$m_{용질} = \omega \cdot m_{용액} = 0.2 \times 150g = 30g$$ **답.** 30g

례제 4: 밀도가 1.2g/cm^{3}인 20% 염산용액 100mL속에는 염산 HCl이 몇g 들어있겠는가?

$$m_{용액} = \rho \cdot V_{용액} = 1.2g/cm^3 \times 100cm^3 = 120g$$
$$m_{용질} = \omega \cdot m_{용액} = 0.2 \times 120g = 24g$$ **답.** 24g

문 제

1. 소금 6g을 물 54g에 용해시켰다. 이 용액의 농도는 몇%인가?

2. 아래의 문장에서 틀린것을 고쳐라.

ㄱ) 10% 소금용액 50g을 5% 소금용액 100g으로 만들었다. 용액을 묽게 하기 전의 용질의 질량은 묽게 한 후의 용질의 질량의 2배이다.

ㄴ) 20℃일 때 100g의 물에 21g의 질산칼리움이 용해되면 퍼센트농도는 21%이다.

3. 배추를 절이는데 쓸 10% 소금용액을 만들려고 한다. 소금 5kg으로 10% 소금용액을 만들려면 물 몇L를 써야 하는가?(**답.** 45L)

4. 알맞는 수값을 골라서 ( )에 써넣어라.

《 40% 포도당주사액 2kg을 만들려면 포도당 ( )g을 물 ( )mL에 용해시켜야 한다.》

포도당　600, 700, 800, 900

물　1 100, 1 200, 1 300, 1 400

(**답**. 포도당 800, 물 1 200)

5. 5% 사탕용액을 졸여 10% 용액을 만들려고 한다. 5% 사탕용액 100g을 몇g이 될 때까지 졸여야 하는가?(**답**. 50g)

6. 소금은 0℃에서 50g의 물에 최대로 17.8g 용해된다. 이때 소금의 용해도와 퍼센트농도를 구하여라.(답. 35.6g/100g물, 26.3%)

7. 12% 질산나트리움용액 800g속에 용매와 용질은 각각 얼마씩 들어있는가?(**답**. $NaNO_3$ 96g, 물 704g)

8. 밀도가 1.2g/cm^{3}인 27.3% H_2SO_4용액 500mL에는 용매와 용질이 각각 얼마씩 들어있는가?(**답**. 물 436.2g, H_2SO_4 163.8g)

9. 밀도가 1.25g/cm^{3}인 27% KOH용액 100mL속에는 수산화칼리움이 몇g 들어있는가?(**답**. 33.75g)

10. 10% 소금용액 100g이 있다. 농도를 배로 크게 하려면 아래의 방법들가운데서 (　　)를 리용할수 있다. 그 리유를 말하여라.

ㄱ) 10g의 소금을 더 넣는다.

ㄴ) 10g의 물을 증발시킨다.

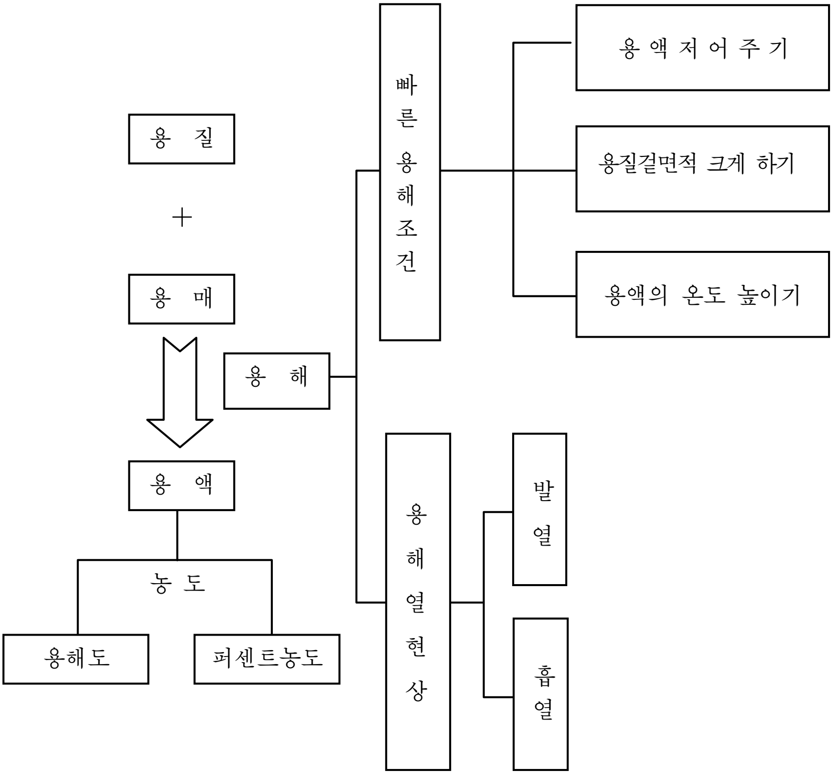
ㄷ) 용액을 50g이 될 때까지 증발농축시킨다.

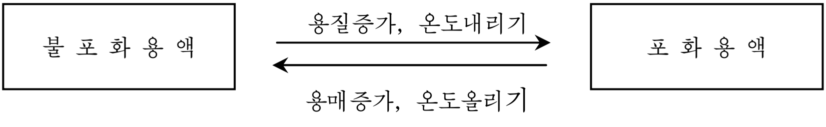
ㄹ) 용매의 절반을 증발시킨다.

ㅁ) 12.5g의 소금을 더 넣는다.

11. 16.2% 염산용액 100mL가 있다. 이 염산용액의 밀도가 1.08g/cm^{3}이라면 이 용질의 질량과 염화수소의 물질량은 얼마인가?(**답**. 17.496g, 0.48mol)

장 종 합


용 질
+
용 매
용 액
농 도
용해도
퍼센트농도
용 해
빠른 용해조건
용액저어주기
용질겉면적 크게 하기
용액의 온도 높이기
용해열현상
발열
흡열


불포화용액
용질증가, 온도내리기
용매증가, 온도올리기
포화용액

복습문제

1. 물에 류산동결정을 넣은지 하루가 지났으나 다 용해되지 않았다. 왜 그런가?

2. 60℃에서 물 200g에 소금을 넣어 포화용액을 만들었다.

ㄱ) 이 용액은 몇퍼센트용액인가? 또한 질량몫은 얼마인가?

ㄴ) 이 용액을 20℃까지 식히면 몇g의 소금결정이 생기겠는가?

ㄷ) 20℃에서 재결정화된 소금결정을 갈라내면 남은 용액의 용매와 용질의 량은 각각 얼마인가?

(**답**. ㄱ) 27.06%, ω=0.270 6 ㄴ) 2.4g ㄷ) 용매 200g, 용질 71.8g)

3. 물 50g에 질산나트리움 15.2g을 용해시킨 용액의 농도는 몇퍼센트인가? (**답**. 23.3%)

4. 15% 질산칼리움용액 200g에 들어있는 용질과 용매는 몇g씩인가? (**답**. 용질 30g, 용매 170g)

5. 20℃에서 질산칼리움포화용액 150g에는 질산칼리움이 몇g 들어있겠는가? 이 용액은 몇퍼센트농도인가? (**답**. 36g, 24%)

6. 밀도가 1.1g/cm^3인 10% 수산화나트리움용액 500mL를 만들려면 수산화나트리움과 물이 각각 몇g 있어야 하겠는가? (**답**. 수산화나트리움 55g, 물 495g)

7. 다음의 문장이 정확한가? 왜 그런가를 말하여라.

ㄱ) 짙은 용액은 꼭 포화용액이고 묽은 용액은 불포화용액이다.

ㄴ) 같은 온도조건에서 염화나트리움의 포화용액은 그것의 불포화용액에 비하여 짙다.

8. 100g의 질산칼리움을 250g의 물에 넣고 가열하면서 용해시킨 다음 10℃까지 식혔다. 몇g의 KNO_3이 결정으로 석출되겠는가? 10℃에서 KNO_3의 용해도는 21g/100g물이다. (**답**. 47.5g)

9. 밀도가 1.38g/cm^3인 48% 류산용액 250mL에는 용질과 용매가 각각 얼마씩 들어있겠는가? (**답**. H_2SO_4 165.6g, 물 179.4g)

10. 병원에서는 0.85% 식염(먹는 소금)수를 주사약으로 쓴다. 이 주사약 500g을 만들려면 소금과 물이 각각 얼마나 있어야 하겠는가?(**답**. 소금 4.25g, 물 495.75g)

11. 물 100g에 질산칼리움 70g을 넣어 용해시키고 남은 고체를 려과하여 저울질하니 6.1g이였다.(표 4-1을 보아라.)

ㄱ) 이때 용해도는 얼마인가?

ㄴ) 이때 물의 온도는 얼마이겠는가?

ㄷ) 용액은 몇퍼센트농도인가?

ㄹ) 용해된 질산칼리움의 물질량은 얼마인가?

(**답**. ㄱ) 63.9g/100g물 ㄴ) 40℃ ㄷ) 39% ㄹ) 0.63mol)

학생실험

위대한 령도자 **김정일**원수님께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《화학교육에서 실험실습은 생명과 같습니다. 실험실습을 하지 않으면 산지식을 소유할수 없습니다.》

위대한 장군님의 말씀을 깊이 새기고 학생들은 실험을 통하여 배운 지식을 공고히 하고 실지 써먹을수 있는 능력을 키워 내 나라, 내 조국을 떠메고나갈 기둥으로 준비하여야 한다.

학생들은 화학실험을 할 때 지켜야 할 몇가지 문제를 잘 알고 거기에 주의를 돌려야 한다.

실험에 앞서 이미 배운 내용을 복습하며 실험목적과 실험내용을 정확히 알고있어야 한다.

학생들은 선생님의 설명을 귀담아듣고 실험기구와 시약이 다 있는가를 확인한 다음 실험에 들어가야 한다.

실험에서 지켜야 할 주의점을 잘 알고 교과서에 있는 실험순서와 방법대로만 실험하여야 한다.

실험에서 관찰한 현상을 제때에 적어두고 실험결과를 정확히 인식하기 위하여 노력하여야 한다.

실험이 끝나면 실험기구들을 깨끗이 씻어 제자리에 놓아야 한다.

자신이 직접 관찰하고 실험한 결과를 가지고 실험보고서를 써야 한다.

실험보고서를 쓰는 방법은 다음과 같다.

화학실험보고서

이름　　　　　　　　　　실험날자　　　　　　　　　　장소

실험제목

실험방법	관찰한 내용	결과설명

《실험방법》란에는 실험을 하기 전에 교과서내용에 기초하여 실험순서와 방법을 적어넣는다.

《관찰한 내용》란에는 실험을 진행하면서 관찰한 현상이나 결과를 그림과 함께 있는 그대로 제때에 적어넣는다.

《결과설명》란에는 실험이 끝난 다음 실험에서 관찰한 현상과 결과를 화학방정식으로 나타내며 실험결과에 대한 원인을 밝혀서 써넣는다.

【실험 1】 혼합물가르기

실험목적. 물질의 용해, 려과 및 증발조작을 통하여 물질을 정제하는 방법과 실험기구를 다루는 능력을 키우는데 있다.

실험기구. 약절구, 약숟가락, 비커, 메스실린더, 유리막대기, 깔때기, 고정대, 증발접시, 삼발이, 알콜등, 려지, 성냥

시약. 막소금

실험방법

1. 막소금의 용해

약숟가락으로 두숟가락정도의 막소금을 약절구에 넣고 보드랍게 봏는다.(그림 1)

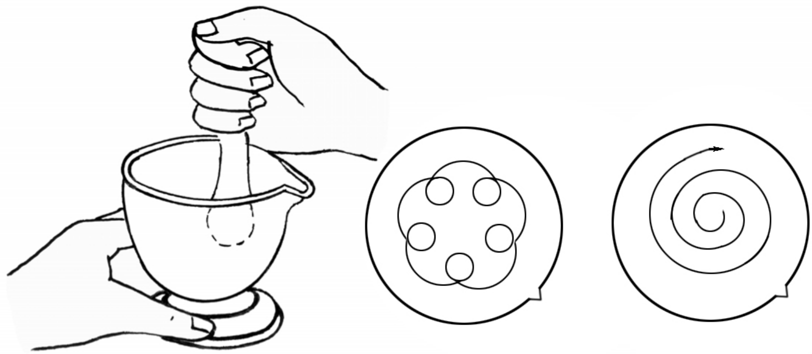


그림 1. 약절구에서 봏는 방법

약절구에서 소금을 봏을 때에는 먼저 약절구공이로 큰 덩어리를 내려눌러 바순다. 다음 약절구공이를 돌리면서 봏는다. 가운데부분에 소금이 많이 모이면 가운데로부터 밖으로 돌리면서 봏는다.

ⓘ 막소금을 왜 가루내는가?

비커에 봏은 막소금을 한순가락 떠넣은 다음 거기에 물 50mL를 메스실린더로 재여 쏟아넣고 유리막대기로 저으면서 소금을 용해시킨다.

ⓘ 왜 유리막대기로 저어주는가?

소금물을 10min정도 가만히 놓아두면 모래나 흙알갱이들이 가라앉는다.

2. 소금물의 려과

려지를 깔때기에 끼우고 물로 적시여 깔때기안벽에 잘 붙게 한다. 다음 깔때기를 고정대에 놓고 높이를 조절하면서 려과용액을 받는 비커의 위치를 선택한다.(이때 깔때기의 유리관경사면의 긴부분이 비커의 안쪽벽에 닿도록 하여야 한다.)

ⓘ 려과용액은 왜 비커의 안쪽벽을 따라 흘러내리도록 해야 하는가?

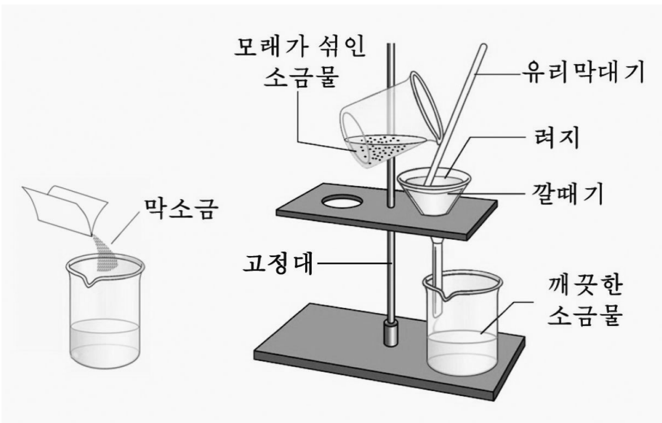


그림 2. 소금물의 려과

그림 2에서와 같이 소금물이 유리막대기를 따라 깔때기에 흘러내리도록 하며 깔때기에서 용액의 액면은 려지의 변두리보다 조금(4mm 정도) 낮아야 한다.

ⓘ 액면이 려지의 변두리보다 높으면 어떻게 되겠는가?

3. 려과용액의 증발

비커에 받은 려과용액을 사기증발접시에 부어넣고 이것을 고정대의 고정고리(또는 삼발이)우에 올려놓은 다음 알콜등으로 가열하면서 유리막대기로 저어준다.(그림 3)

ⓘ 왜 유리막대기로 소금물을 저어주는가?

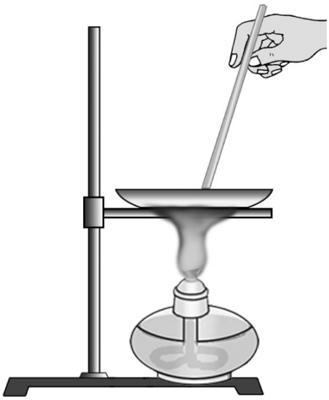


그림 3. 소금물을 증발시킨다

증발접시에 흰 소금이 생기면 불을 끈다. 얻어진 소금을 증발접시에서 꺼내여 종이우에 놓고 확대경으로 소금결정의 모양과 색갈을 막소금과 대비하면서 관찰한다.

관찰이 끝나면 깨끗한 소금을 정해진 그릇에 모은다.

ⓘ 려과와 증발은 어느 경우에 적용하는 물질가르기방법인가?

【실험 2】 화학변화가 일어날 때의 현상

실험목적. 화학변화가 일어날 때 어떤 현상이 나타나는가를 정확히 관찰하여 배운 지식을 공고히 하며 실험기구다루는 방법을 익히는데 있다.

실험기구. 시험관, 시험관집게, 알콜등, 유리막대기, 성냥, 약숟가락, 스포이드, 비커

시약. 류산나트리움(Na_2SO_4)용액, 탄산칼시움($CaCO_3$) 또는 대리석쪼각, 염화바리움($BaCl_2$)용액, 염화암모니움(NH_4Cl) 또는 류산암모니움($(NH_4)_2SO_4$), 수산화칼시움($Ca(OH)_2$) 또는 회가루, 염산(HCl), 철가루, 류황가루, 석회수 또는 바리트수

실험방법

① 초에 불을 붙이고 초가 연소될 때 열과 빛을 내는 현상을 관찰한다. 잘 말리운 비커를 초불에서 좀 떨어지게 거꾸로 들고있는다.

비커에 무엇이 생기는가?

비커에 석회수(또는 바리트수)를 넣었다가 쏟아내고 우와 같은 방법으로 초불우에 들고있는다.

※ 바리트수는 수산화바리움($Ba(OH)_2$)의 포화수용액이다. 이산화탄소(CO_2)를 알아보거나 흡수하는데 리용한다.

비커벽에 붙어있던 석회수가 어떻게 변하는가?

? 초가 연소될 때 어떤 물질이 생긴다는것을 알수 있는가?

② 철가루와 류황의 혼합물을 시험관에 넣고 열을 준다. 반응하기 시작하면 알콜등을 치우고 어떤 현상이 나타나는가를 관찰한다.(그림 4)

? 반응후 혼합물의 색은 어떻게 변하였는가?



그림 4. 철과 류황이 반응할 때의 색변화

? 반응후 생긴 물질은 무엇이겠는가?

③ 시험관에 1~1.5mL의 류산나트리움용액을 넣고 여기에 스포이드로 염화바리움용액을 3~4방울 떨구어넣는다. 어떤 현상이 나타나는가?

④ 약숟가락으로 탄산칼시움(또는 대리석쪼각)을 조금 담아 시험관에 넣고 여기에 염산을 방울방울 떨구어넣으면서 나타나는 현상을 관찰한다.(그림 5)

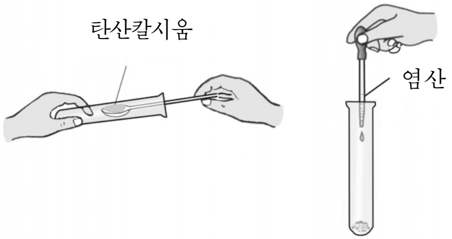


그림 5. 탄산칼시움과 염산과의 반응

⑤ 염화암모니움과 수산화칼시움(회가루)을 각각 한숟가락정도씩 약절구에 넣고 봏으면서 어떤 냄새가 나는가를 본다.

? 우에서 진행한 실험을 종합하여보면 화학반응이 일어날 때 어떤 현상들이 나타난다고 말할 수 있는가?

실험이 끝나면 얻어진 물질들을 각각 정해진 그릇에 모은다.

? 실험에서는 어떤 물질들을 다시 리용할수 있는가?

【실험 3】 산소의 만들기와 성질

실험목적. 실험실에서 산소를 만드는 방법과 산소의 성질을 정확히 인식하며 약저울다루기, 기체포집방법, 기체발생장치다루기능력을 키우는데 있다.

실험기구. 시험관, 고무마개, 기체유도관, 고정대, 수욕, 알콜등, 약숟가락, 약저울, 나무가치, 기체포집병, 성냥, 유리판

시약. 염소산칼리움(또는 과망간산칼리움), 이산화망간, 숯, 석회수, 매우 가는 쇠줄

실험방법

1. 산소만들기

① 약저울에서 염소산칼리움(또는 과망간산칼리움) 2.5g과 이산화망간 1g을 단다.

저울질할 때에는 먼저 약저울을 반듯한 실험대우에 놓고 바늘이 령(0)눈금에 오도록 령점조절나사로 조절한다. 핀세트로 분동을 집어서 그림 6과 같이 약저울의 왼쪽 접시에 놓는다. 약숟가락으로 시약을 떠서 바늘이 령(0)눈금에 올 때까지 오른쪽 접시우에 조금씩 놓는다.

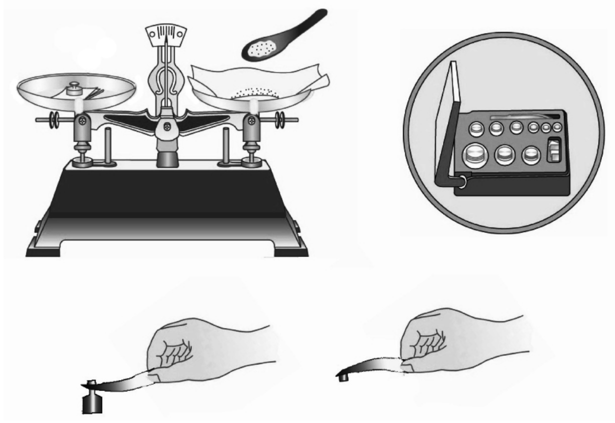


그림 6. 약저울다루기

※ 주어진 물질의 질량이 얼마인가를 달 때에는 반대로 한다.

ⓘ 염소산칼리움과 이산화망간의 색갈과 상태는 어떠한가?

② 잘 말리운 시험관안에 염소산칼리움과 이산화망간의 혼합물을 약숟가락으로 깊숙이 넣어 쏟는다.

③ 산소만들기장치를 꾸미고 장치가 새지 않는가를 검사한다. 기체유도관끝을 물속에 잠그고 시험관을 손바닥으로 감싸쥔다. 기체유도관끝으로 기체방울이 나오면 장치가 새지 않는다는것을 말해준다.

ⓘ 시험관을 손바닥으로 감싸쥘 때 왜 기체방울이 나오는가?

④ 시험관의 아구리쪽이 수평보다 낮게 하면서 장치를 고정시킨다.

ⓘ 시험관아구리는 왜 수평보다 낮게 설치하여야 하는가?

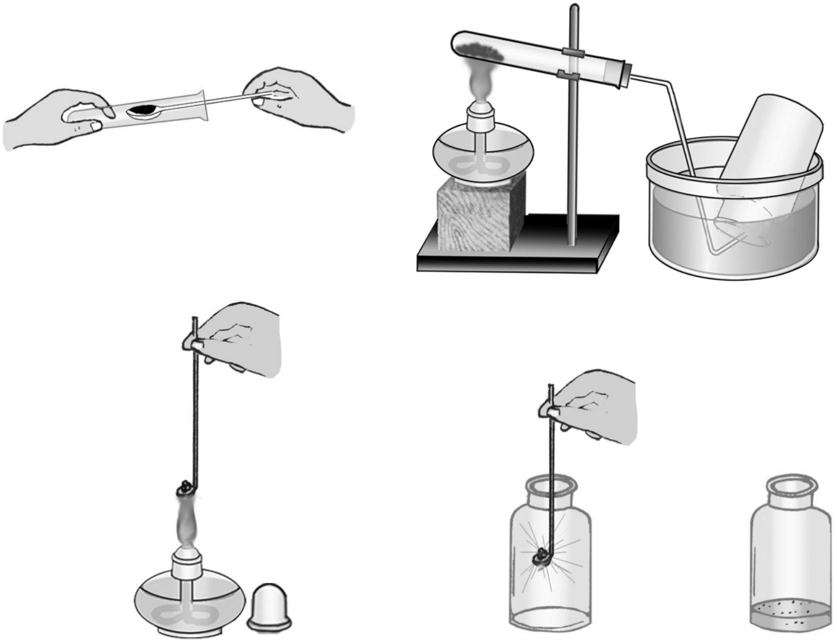


그림 7. 산소의 만들기와 성질 알아보기

순서	실험방법	무엇을 보았는가	왜 그런가
⑤	혼합물이 들어있는 시험관에 열을 준다. 기체포집병에 물을 채워 거꾸로 세우고 기체유도관끝이 병아구리에 들어가도록 한다.		
⑥	산소를 다 모으면 기체유도관을 물속에서 꺼낸 다음 알콜등의 불을 끈다. 산소를 모은 병은 바로세우고 유리판을 덮는다.		

2. 산소의 성질

순서	실험방법	무엇을 보았는가	왜 그런가
①	실오리같은 매우 가는 쇠줄에 숯쪼각을 얽어매고 불티를 만든 다음 산소가 들어있는 병에 드리운다. 반응이 끝나면 유리판을 덮는다.		
②	숯을 연소시킨 병에 석회수(또는 바리트수)를 조금 넣고 유리판을 덮은 다음 흔든다.		
③	실험이 끝나면 시험관이 식기 전에 기체유도관끝을 수욕에서 꺼낸다. 산소만들기장치의 시험관을 분리하고 식힌 다음 거기에 물 5mL정도 넣어 혼합물을 용해시킨다.		

ⓘ 산소속에서와 공기속에서 숯이 연소될 때 다른 점은 무엇인가?

ⓘ 이산화망간은 산소만들기에서 어떤 역할을 하는가?

ⓘ 산소를 모으는 방법에는 물속에서 모으는 방법외에 다른 방법이 없겠는가?

【실험 4】 수소의 만들기와 성질

실험목적. 실험실에서 수소만드는 방법과 수소의 성질을 인식하는데 있다.

실험기구. 두갈래시험관, 시험관, 고정대, 약숟가락, 알콜등, 증발접시, 고무마개, 기체유도관, 비커, 염화칼시움관, 솜

시약. 아연쪼각, 산화동, 10% 염산용액

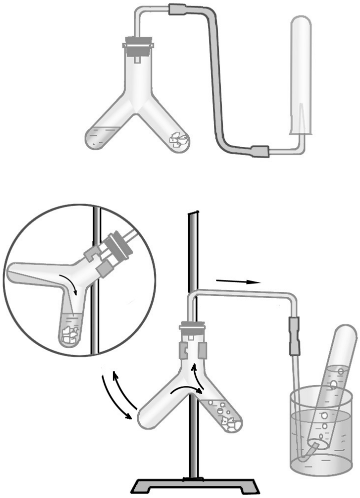
실험방법

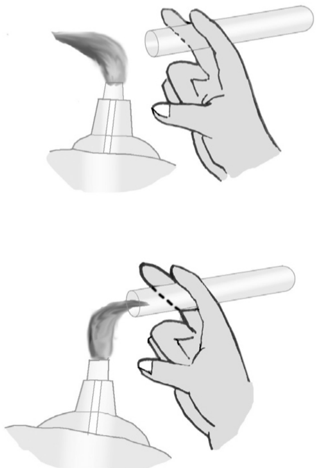
1. 수소만들기

① 두갈래시험관의 한쪽에는 아연쪼각을, 다른쪽에는 10% 염산용액을 시험관가지높이의 절반정도 넣는다.

② 두갈래시험관에 기체유도관을 꽂은 고무마개를 막고 기체가 새지 않는가를 검사한 다음 고정대에 고정시킨다.

순서	실험방법	무엇을 보았는가	왜 그런가
③	두갈래시험관을 기울여 염산이 아연쪽으로 흘러들게 한다.		
④	시험관으로 수소기체를 모은다.		
⑤	수소가 들어있는 시험관아구리를 엄지손가락으로 막고 불길가까이에서 뗀다.		


그림 8. 수소만들기와 모으기


그림 9. 순수한 수소 알아보기

? 수소가 어떻게 연소되는가?

수소만들기실험을 끝내려면 두갈래시험관을 기울여 염산을 아연과 갈라놓는다.

2. 수소와 산화동과의 반응

① 안벽을 잘 말리운 시험관에 산화동가루를 조금 넣고 그림과 같은 장치를 꾸민다.

순서	실험방법	무엇을 보았는가	왜 그런가
②	염화칼시움관을 거쳐 나온 수소를 산화동으로 흘려보내면서 일정한 시간이 지난 다음 산화동에 열을 준다.		
③	산화동이 붉은색으로 변하면 알콜등의 불을 끄고 수소를 계속 흘려보내면서 시험관을 식힌다.		

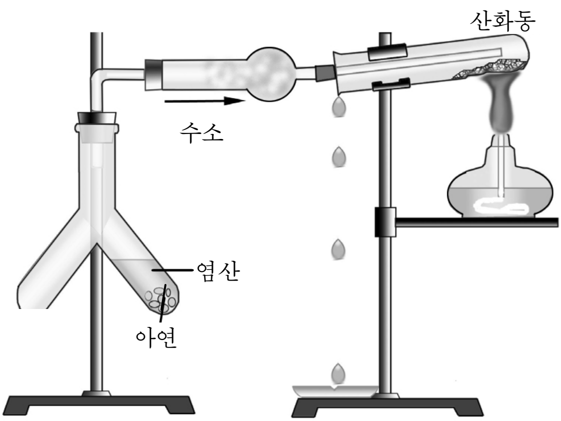


그림 10. 수소와 산화동과의 반응

염화칼시움관은 잘 마른것이여야 하며 관의 앞뒤구멍은 기체가 통할수 있도록 솜으로 가볍게 막는다.

실험이 끝나면 실험에서 얻은 물질과 남은 아연쪼각을 정해진 그릇에 모은다.

? 관찰한 현상에 기초하여 수소의 성질을 말하여라.

【실험 5】 5% 소금용액 100g 만들기

실험목적. 퍼센트용액을 만드는 방법과 메스실린더, 밀도계를 다루는 기능을 키우는데 있다.

실험기구. 약저울, 메스실린더, 밀도계, 평밑플라스크, 약숟가락, 시약병

시약. 소금, 증류수

실험방법

① 5% 소금용액 100g을 만드는데 필요한 소금의 량(g)과 물의 량(mL)을 계산한다.

② 계산된 량의 소금을 약저울에서 달아서 평밑플라스크에 넣는다.

③ 계산된 량의 물을 메스실린더에서 잰다.

메스실린더의 한쪽벽을 따라 물을 부어넣고 반듯한 실험대우에 세워놓는다. 눈금을 읽을 때에는 메스실린더의 눈금과 액체의 반달형면의 밑부분, 눈의 높이가 일치되여야 한다.

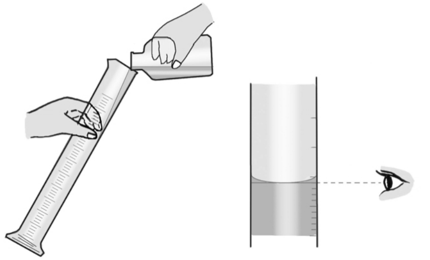


그림 11. 메스실린더 눈금읽는 법

④ 소금이 들어있는 플라스크에 메스실린더에서 잰 물을 부어넣는다. 오른손으로 플라스크의 목부분을 쥐고 플라스크의 밑부분이 원을 그리도록 흔들면서 소금을 다 용해시킨다.

⑤ 밀도계로 소금용액의 밀도를 재여본다. 20℃에서 5% 소금용액의 밀도는 1.0g/cm^3이다. 실험에서 잰 밀도값과 대비해보면서 만든 용액의 퍼센트농도가 정확한가를 확인한다.

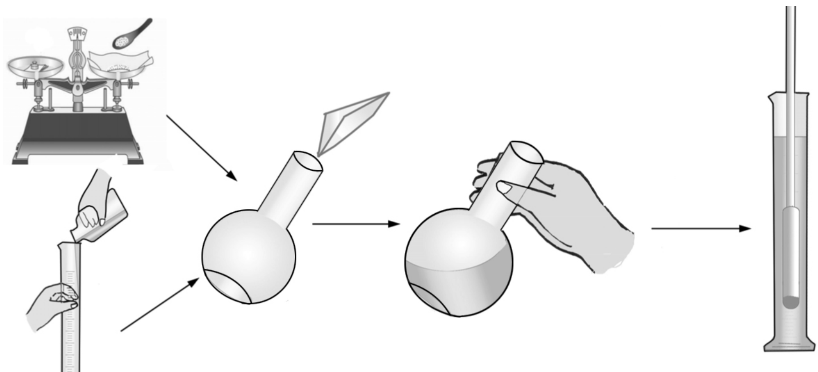
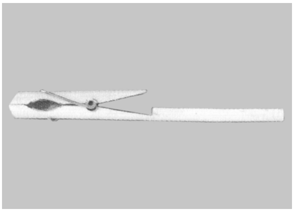
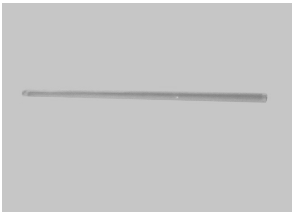
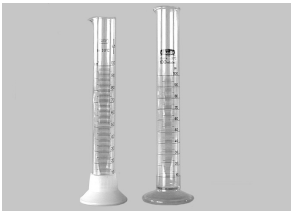


그림 12. 퍼센트농도의 용액만들기

⑥ 만든 소금용액을 이름표가 붙은 시약병에 넣는다. 실험이 끝나면 실험기구들을 깨끗이 씻어 정해진 자리에 놓는다.

화학실험에서 쓰는 몇가지 실험기구

기구이름	실험기구	리 용	주의할 점
시험관		적은 량의 시약을 가지고 실험하는데 쓰인다.	갑자기 센 열을 주거나 식히지 말아야 한다.
시험관집게		시험관을 가열할 때 쓴다.	시험관을 가열할 때 시험관 아구리가까이를 잡아야 한다.
알콜등		그리 높지 않은 온도로 가열할 때 쓴다.	알콜등을 쓰지 않을 때에는 뚜껑을 꼭 막아두어야 한다.
비커		물질을 용해하거나 용액에 열을 줄 때 그리고 반응그릇으로 쓴다.	가열할 때에는 석면쇠그물우에 놓아 골고루 열을 받도록 하여야 한다.
깔때기		침전물과 용액을 갈라낼 때와 액체를 다른 그릇에 부어넣을 때 쓴다.	

기구이름	실험기구	리 용	주의할 점
유리막대기		액체를 젓거나 려과할 때, 용액을 깔때기에 부어넣을 때 쓴다.	
메스실린더		액체의 체적을 재는데 쓴다.	가열하지 말며 반응그릇으로 쓰지 말아야 한다.
기체포집병		기체를 모으거나 기체와 반응시킬 때 쓴다.	가열하거나 빨리 식히지 말아야 한다.
스포이드와 점적병		점적병은 적은 량의 액체시약을 담아두며 스포이드는 액체시약을 한두방울씩 넣을 때 쓴다.	점적병의 스포이드는 반드시 제자리에 꽂아놓아야 한다.
고정대		시험관과 유리기구들의 고정, 가열, 려과를 위하여 리용한다.	

화학(중학교 제3학년용)
2판

집 필 교수, 박사 박정수, 부교수 안원국, 리대형, 차길복	**심 사** 심의위원회
편 집 박경철	**콤퓨터편성** 김승옥
장 정 김승옥	**교 정** 김옥화
낸 곳 교육도서출판사	**인쇄소** 교육도서인쇄공장
인 쇄 주체99(2010)년 4월 27일	**발 행** 주체99(2010)년 5월 7일

교-09-566　　　　값 10원